

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

CONSEJO DEPARTAMENTAL DE LIMA

Capítulo de Ingeniería Industrial y de Sistemas

DENOMINACIONES Y PERFILES DE LAS CARRERAS EN INGENIERÍA DE SISTEMAS, COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA

INFORME DE LA COMISIÓN

12 de junio del 2006

ÍNDICE

COMISIÓN DE TRABAJO 5
RESUMEN EJECUTIVO 6
INTRODUCCIÓN 11
PARTE I 16
1. COMPUTING (COMPUTACIÓN) 18
1.1 COMPUTER ENGINEERING 21
1.2 COMPUTER SCIENCE 23
1.3 INFORMATION SYSTEMS 26
1.4 SOFTWARE ENGINEERING 29
1.5 INFORMATION TECHNOLOGY 32
1.6 CERTIFICACIONES PROFESIONALES INTERNACIONALES 35
2. INFORMATIQUE (INFORMÁTICA) 40
2.1 MODELO EDUCATIVO DE IFIP 41
2.2 INGENIERÍA INFORMÁTICA EN ESPAÑA (PROPUESTA DE ANECA) 43
2.3 DIRECTRICES DE *CAREER – SPACE*. 50
3. INGENIERÍA DE SISTEMAS 52
3.1 LA VISIÓN DE SISTEMAS (ISSS) 52
3.2 INGENIERÍA DE SISTEMAS (INCOSE) 52
4. TÉRMINOS Y CONCEPTOS EN LATINOAMÉRICA 64
4.1 ¿SON SINÓNIMOS “COMPUTACIÓN” E “INFORMÁTICA”? 65
4.2 TRADUCCIÓN DE TÉRMINOS DE LA *COMPUTING CURRICULA 2005*. 66
4.3 NOMBRE EN ESPAÑOL DE LAS DISCIPLINAS DE LA *COMPUTING CURRICULA*. 68
5. TENDENCIAS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR 71
5.1 APRENDIZAJE A LO LARGO DE LA VIDA 71
5.2 EDUCACIÓN GENERAL VERSUS ESPECIALIZACIÓN 71
5.3 EDUCACIÓN BASADA EN COMPETENCIAS. 72
5.4 NUEVO ESPACIO EDUCATIVO EUROPEO 73
5.5 ACREDITACIÓN: CALIDAD DE LOS PROGRAMAS 74
REFLEXIONES - PARTE I 77
PARTE II 80
6. LA FORMACIÓN PROFESIONAL EN EL PERÚ 82

6.1 AÑOS 60’S: CARGO DE INGENIERO DE SISTEMAS 82
6.2 AÑOS 70’S: PRIMERAS CARRERAS EN UNIVERSIDADES 83
6.3 AÑOS 80’S: PCS, LOS INSTITUTOS Y LA COMPUTACIÓN Y LA INFORMÁTICA 84
6.4 PANORAMA ACTUAL DE LAS UNIVERSIDADES 86
7. EJERCICIO PROFESIONAL 88
7.1 ROL DE LAS SOCIEDADES PROFESIONALES 88
7.2 ROL DEL COLEGIO PROFESIONAL 90
7.3 ACREDITACIÓN DE LAS CARRERAS 91
7.4 CERTIFICACIÓN DE LOS PROFESIONALES 92
REFLEXIONES – PARTE II 94
8. RECOMENDACIONES PROPUESTAS POR LA COMISIÓN 100
REFERENCIAS 105

PREFACIO

El Capítulo de Ingeniería Industrial y de Sistemas del Consejo Departamental de Lima del Colegio de Ingenieros del Perú (CD Lima-CIP), consciente de la compleja situación existente sobre las carreras de Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Informática, Ingeniería de Computación y demás denominaciones que tienen como cuerpo de conocimiento – principalmente- a temas sobre las computadoras, al software y a los sistemas, por Resolución de Consejo Departamental de Lima – CIP Nº 044-2004/2005 nombró una comisión de trabajo constituida por profesionales que representan el ámbito académico y profesional, para preparar un informe sobre la situación actual y un conjunto de propuestas en dicho campo profesional.

El informe recoge las principales tendencias a nivel internacional, analiza la situación nacional y presenta un conjunto de reflexiones y directrices que deben ser discutidas y evaluadas para su posible implementación. Además, se ha buscado en todo momento llegar a conclusiones viables, realistas y de mayor beneficio para todos los involucrados como estudiantes, padres de familia, profesionales, universidades, empresas y en general la sociedad en su conjunto.

La Comisión reconoce la complejidad y las implicancias de las reflexiones y directrices de este Informe, pero considera que es el camino más adecuado para mejorar la situación actual de este campo profesional. Asimismo, recomienda una discusión del Informe en el seno de la institución, para luego presentarlo a la comunidad universitaria, profesional, empresarial y a la sociedad en general.

COMISIÓN DE TRABAJO

La Comisión de Trabajo se constituyó el 13 de febrero de 2005 y completó el presente informe el 12 de junio de 2006. La comisión fue conformada por:

CIP	Nombres	Formación inicial
666	José Valdez Calle	Ing. Mecánico Eléctrico
17242	Guillermo Pacheco Martínez	Ing. Electrónico
40956	Nelly Huarcaya Junes	Ing. Sistemas
56364	Abraham Eliseo Dávila Ramón	Ing. Mecánico
57517	Ernesto Cuadros Vargas	Ing. Sistemas
	Ludvik Daniel Medic Corrales	Ing. Mecánico
	Arturo Simich López	Ing. Sistemas

La comisión inició su trabajo con mucho entusiasmo y con el deseo de completarlo en el menor tiempo posible. Sin embargo, al ser este un tema muy complicado requirió de la maduración de las opiniones de los miembros de la Comisión, para poder arribar a este informe elaborado por consenso.

La estructura del informe se discutió y redefinió a lo largo del trabajo hasta alcanzar la forma ahora presentada. El trabajo se distribuyó entre los miembros de la comisión, quienes establecieron que el informe debería cumplir con ciertas características como: ser de fácil lectura, ser coherente y principalmente ser la base para unificar criterios y opiniones. En tal sentido, el índice se reformuló volviéndose más extenso y se determinó que las secciones tendrían que volverse a escribir con otro enfoque. Esta situación provocó que no se pudiera continuar con la velocidad que se hubiese deseado, a pesar que el enfoque seguido se orientó principalmente a recopilar textos de fuentes muy respetables en el mundo.

El grupo de trabajo de la comisión, consecuente con el compromiso asumido y con el deseo de no postergar más la publicación de este informe para posibilitar su discusión, tomó la decisión de cerrar el informe con el avance logrado y eliminar las secciones que no se completaron. El informe fue finalmente editado y revisado en su versión completa por Nelly Huarcaya, Ludvik Medic y Abraham Dávila,

Finalmente la Comisión en pleno se reunió, discutió y aprobó el informe para ser elevado al CD-Lima del CIP.

RESUMEN EJECUTIVO

El problema generado por el desorden existente en las carreras cuyo cuerpo de conocimiento se centra en el amplio ámbito de las computadoras, el software y los sistemas, ha originado que el Capítulo de Ingeniería Industrial y de Sistemas del Consejo Departamental de Lima del Colegio de Ingenieros del Perú nombre una Comisión de Trabajo para llevar cabo su análisis y presente propuestas factibles.

Esta Comisión ha preparado este documento en donde se presenta un conjunto de hechos, reflexiones y directrices como propuestas para ser difundidas, discutidas y aplicadas en el campo de las carreras profesionales implicadas.

La situación que se vive a nivel nacional no puede ser entendida apropiadamente sin comprender el entorno internacional que se vive y su evolución, más aún en el mundo global que hoy nos toca vivir.

En el informe se aborda primero la situación de la computación e informática y luego la de ingeniería de sistemas, por existir mayor documentación de referentes internacionales sobre sus cuerpos de conocimiento.

Marco internacional de la Computación e Informática

A fines de los 40, con la aparición de las primeras computadoras en USA se dio inicio a un dinámico y creciente ámbito que se denomina ***Computing*** y en el cual a lo largo de medio siglo se han desarrollado cinco carreras profesionales, que son:

Computer Engineering
Computer Science
Information Systems
Software Engineering
Information Technology (recientemente incorporada)

Estas denominaciones son empleadas en USA, Canadá, Gran Bretaña, Irlanda, Japón, Australia, China, India, etc. y las sociedades profesionales que promueven su desarrollo y proponen los perfiles curriculares son:

Association for Computing Machinery (ACM)
Institute of Electrical and Electronics Engineers - Computer Society (IEEE-CS)
Association for Information Systems (AIS)
Association for Information Technology Professionals (AITP).

A mediados de los 60, para designar a este campo en Francia se acuña el término de ***Informatique***, debido a que computación era un término extraño en un idioma en que no se emplea la palabra computador sino *ordenateur* y también porque en esa época

estos equipos ya no hacían solamente cómputos (cálculos numéricos) como fue su origen, sino que mostraban una mayor versatilidad para procesar una gama mayor de información, incluso gráfica. Esta denominación se difundió al resto de países europeos, como Alemania, Italia, Suiza, España, etc.

La organización internacional que congrega a los profesionales que usan estos términos es la:

International Federation for Information Processing (IFIP).

En un reciente proceso de adecuación a la normativa del nuevo Espacio Europeo de Educación Superior originado por el acuerdo de Bolonia, España ha decidido mantener un solo título en este campo, pero reconociendo la amplitud del mismo, ha normado que a partir del 2008 las universidades puedan ofrecer una educación mejor orientada a satisfacer los requerimientos laborales a través de tres posibles Perfiles Profesionales a elegir por los estudiantes de Ingeniería Informática:

Perfil Profesional en Desarrollo de Software
Perfil Profesional en Gestión y Explotación de las Tecnologías de Información
Perfil Profesional en Sistemas

Marco internacional de la Ingeniería de Sistemas

En cuanto a la carrera conocida como ***System Engineering***, las iniciativas más conocidas para promover esta profesión y definir adecuadamente su perfil profesional son las desarrolladas por el *International Council on System Engineering* (INCOSE) que impulsa la definición de un cuerpo de conocimiento apropiado para la Ingeniería de Sistemas.

En el 2004, se estableció el Concilio de Universidades de Ingeniería de Sistemas (CESUN) por un acuerdo de alrededor de 30 universidades que ofrecen programas educativos y de investigación en Ingeniería de Sistemas en América del Norte, Europa, Asia, y Australia. Su objetivo es ampliar la educación y práctica de la Ingeniería de Sistemas. Define a la Ingeniería de Sistemas como un campo de estudio interdisciplinario que envuelve a la tecnología, la administración y las ciencias sociales. Sus actividades se enmarcan en las áreas siguientes:

Ingeniería de Sistemas
Tecnología Política
Ingeniería, Administración, Innovación, Emprendimiento
Sistemas y Análisis de Decisiones, Investigación de Operaciones
Manufactura, Desarrollo de Productos, Ingeniería Industrial

Asimismo existe el *International Society for the Systems Sciences* (ISSS) que representa el enfoque de la visión holística y transdiciplinaria que emplea la Ingeniería de Sistemas. Esta sociedad toma como referencia los trabajos de Ludwig Von Bertalanfy, uno de los primeros representantes de la Teoría General de Sistemas.

Situación de las carreras en el Perú

A fines de los años 60 se inició el empleo del término de **Ingeniero de Sistemas**, cuando empresas como IBM lo introdujeron como un cargo laboral para designar así a personal muy competente, proveniente de diversa formación profesional, el cual era capacitado cerca de un año en el conocimiento de los equipos y la tecnología propia de la empresa. Ellos asesoraban en como estos productos podían satisfacer las necesidades de procesamiento de información de los potenciales clientes.

A mediados de los años 70 aparece en la UNI la primera carrera universitaria denominada **Ingeniería de Sistemas**, la cual nace en la Facultad de Ingeniería Industrial. En perspectiva, este origen se ve como muy natural, dada la afinidad entre ambas carreras y porque posiblemente en ese momento una formación de ese tipo fuera la más conveniente en nuestro país. Muy poco después se crea la primera carrera en Ciencias de la Computación en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), la cual en los años noventa cambió a Ingeniería de Sistemas.

En los años 80 se inicia una nueva etapa con la aparición primero de las computadoras personales y posteriormente de las redes de computadoras. Esto originó una demanda de personal capacitado que estimuló primero la aparición de diversos institutos técnicos superiores e impulsó, unos años después, una mayor oferta de programas universitarios.

En los años 90 la oferta de carreras universitarias se multiplicó, alcanzando en el 2006 a ser unos 69 programas en total. Tanto la herencia histórica del nombre de "Ingeniería de Sistemas" la incorporación de otras denominaciones, ha dado lugar a que hoy las universidades peruanas ofrezcan los siguientes títulos profesionales:

Ing. de Computación e Informática
Ing. de Computación y Sistemas
Ing. Informática
Ing. Informática y Sistemas
Ing. de Sistemas
Ing. de Sistemas Empresariales
Ing. de Sistemas y Computación (o Cómputo)
Ing. de Sistemas e Informática
Ing. de Sistemas de Información
Ing. de Software

Como se aprecia, la carrera de Ingeniería de Sistemas constituyó un hito importante en el Perú, en la introducción de nuevos campos profesionales y en el manejo de las tecnologías asociadas y que dicho esfuerzo debe ser reconocido como tal; sin embargo, el perfil profesional desarrollado por estas carreras se fue sesgando con el tiempo al campo de la computación/informática lo que propició una confusión en la oferta educativa desvirtuando inclusive el perfil del Ingeniero de Sistemas.

Las carreras que actualmente se ofrecen en el Perú, presentan contradicciones como tener denominaciones similares con estructuras curriculares muy diferentes o tener denominaciones muy diferentes pero con estructuras curriculares semejantes. Asimismo se aprecia que por un lado se ha desvirtuado la formación del profesional de Ingeniería

al reducir cursos de ciencias básicas; y por otro, la baja calidad educativa de estos programas ha configurado una situación que no favorece el desarrollo de las nuevas especialidades derivadas de la computación/informática y afecta la identidad del profesional formado.

Se aprecia una carencia de mecanismos de control de calidad en la oferta educativa, una incoherencia entre lo que se ofrece y lo que la sociedad necesita; y ausencia de mecanismos de autoevaluación y acreditación, entre otros. Asimismo, por la falta de una política de desarrollo que señale qué tipo de actividades económicas se deben fomentar, no existen lineamientos claros sobre el tipo de profesiones que necesitará el país en los próximos años, dejando a la libre visión de las universidades la oferta educativa.

Entre las recomendaciones más importantes que la Comisión eleva al Capítulo de Ingeniería Industrial y de Sistemas del Consejo, está la de recuperar la identidad de la profesión de Ingeniería de Sistemas como una disciplina que trata sobre proyectos complejos y multidisciplinarios de ingeniería, manteniendo a esta profesión dentro del Capítulo de Ingeniería Industrial y de Sistemas, dada la afinidad que existe entre ellas; crear un Capítulo que reúna a las carreras que se desarrollan el campo de la Computación/Informática; para dichas acciones se recomienda tomar como referencia los perfiles publicados por sociedades profesionales de reconocido prestigio.

[se deja esta hoja expresamente en blanco]

INTRODUCCIÓN

Propósito del Informe

El informe presenta una revisión de las propuestas curriculares de las carreras relacionadas al campo de las computadoras, el software y los sistemas, tomando como marco de referencia la situación actual en el contexto internacional y nacional.

Las preocupaciones que llevaron a la elaboración del presente informe se pueden resumir en las siguientes interrogantes:

- ¿cuáles son las profesiones enmarcadas dentro este amplio campo de las computadoras, el software y los sistemas?
- ¿cuáles son las denominaciones de grados y títulos que se otorgan o qué deberían otorgar las universidades que forman profesionales en estos campos?
- ¿cómo las universidades podrían adecuar sus propuestas curriculares a estas nuevas tendencias?
- ¿cuáles son las competencias de estas profesiones?

A partir de las preocupaciones planteadas, se consideró conveniente incluir las siguientes interrogantes:

- ¿cómo abordar la diferencia sustancial en la formación de profesionales que tienen la misma denominación profesional?
- ¿cómo asegurar la calidad educativa de la formación ofrecida por las universidades en las carreras de estos campos profesionales?
- ¿qué oferta educativa debe ofrecerse en el Perú sobre estas carreras, considerando el contexto local e internacional simultáneamente?

Estas preguntas, entre otras, han sido planteadas en diversas instancias, foros y por una gran diversidad de actores como estudiantes, profesores, orientadores vocacionales, padres de familia, profesionales, autoridades universitarias, funcionarios públicos, empresarios y académicos. Por lo tanto, este informe debe ser redactado de un modo tal que sea útil para todos ellos.

Las universidades, por la libertad que les faculta la ley, han ocasionado un crecimiento desmedido de la oferta educativa y consecuentemente han provocado que el nivel académico no haya progresado al mismo ritmo que en otros países en este campo profesional. Esta situación se ha acentuado por la relativa juventud del campo profesional, los vertiginosos cambios tecnológicos, la ausencia de mecanismos de evaluación y acreditación universitarios y por la falta de iniciativas para lograr el consenso.

Los campos profesionales sobre el que se hace este informe, son muy amplios, están en continuo crecimiento y se están integrando con otras disciplinas, lo que configura un escenario complejo de analizar.

Si además se consideran las corrientes internacionales sobre los modelos de enseñanza aprendizaje, la generalización y especialización, la globalización y la pertinencia social, las relaciones entre la universidad y las empresas, la necesidad de introducir una actitud emprendedora, la innovación, investigación y desarrollo tecnológico, entres otros; debemos ser claros y directos, **la tarea no es simple**.

Por ello es que consideramos que el objetivo básico es tratar de esclarecer la confusión entre las distintas denominaciones empleadas en nuestro medio y definir una serie de recomendaciones sobre como abordar la problemática existente.

Alcance

El alcance de este informe es el siguiente:

- Establecer un conjunto de definiciones basadas en las ya cuentan con una amplia aceptación a nivel internacional.
- Presentar modelos curriculares que son tomados como referencias internacionales.
- Recomendar sobre las opciones curriculares en el país.
- Relacionar el ámbito académico, profesional y social en el desempeño profesional de las carreras de este campo.
- Elaborar un conjunto de recomendaciones para ser evaluadas por el Capítulo de Ingeniería Industrial y de Sistemas del CD Lima – CIP.

Referencias básicas

Para elaborar este documento, han sido tomados como referencias básicas los siguientes documentos:

- La serie Computing Curricula, Joint Task Force on Computing Curricula. ACM, AIS, IEEE-CS, AITP.
- Overview (CC, 2005)
- Computer Engineering (CE, 2004).
- Computer Science (CS, 2001).
- Information Systems (IS, 2002).
- Software Engineering (SE, 2004).
- Information Technology (IT, 2005).
- Título de Grado en Ingeniería Informática. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación de España (ANECA, 2005).

- *Informatics Curriculum Framework 2000 for Higher Education, International Federation for Information Processing. IFIP. (ICF, 2000)*.

Estos documentos cuentan con amplio respaldo institucional y han sido elaborados por colectivos internacionales.

Adicionalmente, para ciertos capítulos se han empleado referencias adicionales, que pueden verse al final de las dos primeras parte de este documento.

Organización del Informe

El informe se ha estructurado en tres grandes partes que cubren el enfoque seguido y que a nuestro parecer es adecuado para la problemática planteada. Las partes que contiene el informe son:

- Situación Actual Internacional.
- Situación Actual en el Perú.
- Propuestas de Acción.

La primera parte, **Situación Actual Internacional**, es una síntesis de las propuestas curriculares que han sido publicados por organizaciones que cuentan con un gran respaldo académico y profesional en el ámbito internacional y que se han convertido en referencias de uso obligado al momento de proponer un currículo en este campo profesional. Estas propuestas se presentan dentro de un contexto y teniendo en cuenta también otras iniciativas y las tendencias mundiales en la educación superior a nivel internacional.

La segunda parte, **Situación Actual en el Perú**, presenta la evolución de estos temas en nuestro país, la situación actual sobre las denominaciones, las titulaciones y el currículo de las carreras y el contexto nacional universitario de hoy.

La tercera parte, **Propuestas de Acción**, recoge un conjunto de reflexiones y recomendaciones que la comisión ha preparado durante todo este tiempo, buscando que sean un camino propicio para mejorar la situación actual.

Principios considerados para elaborar este Informe

Para el desarrollo del presente informe se establecieron un conjunto de principios para poder trabajar adecuadamente.

- **Respeto**. Conocer y apreciar el trabajo desplegado por quienes nos han precedido, su labor pionera y el contexto en que se realizó. Aceptar que pueden existir distintas visiones para un mismo campo del conocimiento y que es necesario entenderlo en su contexto.

- **Innovación**. Valorar nuestros antecedentes, observar los cambios y evolución que experimentan nuestras jóvenes profesiones.
- **Institucionalización.** Fundamentar el trabajo en opiniones publicadas por instituciones internacionales y nacionales de reconocido prestigio en nuestro campo profesional y científico.
- **Globalización y Localización**. Observar los cambios que se vienen dando tanto en USA como en Europa y las propuestas de organizaciones prestigiosas en materia de educación, identificando las adecuaciones particulares para nuestro contexto actual y futuro.
- **Transparencia y Referencia**. Publicar las decisiones declarando donde sea pertinente, las referencias institucionales que lo respaldan o si son opiniones de la Comisión.

[se deja esta hoja expresamente en blanco]

PARTE I

SITUACIÓN ACTUAL INTERNACIONAL

El conocer la situación que se vive a nivel internacional, nos dará un mejor marco de referencia para poder entender la situación a nivel nacional.

Al revisar el contexto a nivel internacional, rápidamente caemos en cuenta que lo que estamos analizando no es un único campo, sino que se trata de dos ámbitos con identidades propias:

- La Computación e Informática

- La Ingeniería de Sistemas

La primera es un amplio campo que tiene dos grandes interpretaciones a nivel internacional. En un primer grupo de países, liderados por USA y que incluye a Canadá, Gran Bretaña, Australia, Irlanda, China y la India, este amplio campo se denomina Computación y se reconocen varias carreras dentro de ella. En un segundo grupo de países, cuya corriente se inicia en Francia y que incluye a los países del continente europeo, este campo se denomina Informática y se considera que conduce a un solo título, aunque con posibles especializaciones.

La segunda es una carrera, con características muy generales y variadas que están en proceso de consolidación.

En esta primera parte del informe trataremos de exponer sobre estos amplios temas, apoyándonos en publicaciones de dominio público, las cuales han sido desarrolladas por las más importantes organizaciones que a nivel profesional se desenvuelven en estos temas.

Se mencionan otras iniciativas internacionales y algunas importantes tendencias en la educación superior.

[se deja esta hoja expresamente en blanco]

1. COMPUTING (COMPUTACIÓN)

... computing is a broad discipline that crosses the boundaries between mathematics, science, engineering and business ...

Computing Curricula 2005, pag. 3

Breve referencia histórica

La Computación tiene una historia ligada a la evolución de las máquinas de cómputo (cálculo). La primera computadora reconocida como tal fue la ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*) cuya origen es una combinación del interés de la investigación académica (*University of Pennsylvania*) y la necesidad de aplicación a la solución de un problema real, que fue el calcular las trayectorias de proyectiles, tarea encomendada por el Ejército de los Estados Unidos[1]. Sin embargo, hoy también se reconoce la labor pionera del ingeniero alemán Konrad Zuze. Innumerables referencias se pueden encontrar sobre la historia de la computación, la cual es mandatario conocer por parte de cada profesional o estudiante de este amplio campo[2].

La necesidad de formar profesionales que pudieran diseñar y construir las computadoras y los equipos periféricos, dio lugar a la creación de los programas que ahora se denominan *Computer Engineering*. Actualmente hay cerca de 160 programas acreditados en los Estados Unidos[3].

La difusión y mayor empleo de las computadoras incrementó la necesidad de contar con profesionales capacitados en desarrollar el software que permitiría la operación de estos equipos. Es reconocida la visionaria contribución de George Forsythe al introducir el término *Computer Science* en 1961 al declarar:

"Enough is known already of the diverse applications of computing for us to recognize the birth of a coherent body of technique, which I call computer science. Whether computers are used for engineering design, medical data processing, composing music or other purposes, the structure of computing is much the same...." [4]

El siguiente año, la Purdue University creó el primer programa de *Computer Science*[5]. El día de hoy existen más de 200 programas acreditados de *Computer Science* en los Estados Unidos6.

De la misma época de la aparición de las primeras computadoras (fines de los años 40) datan las Sociedades Profesionales que agrupan a los que estudiamos y trabajamos en

---

1 Una detallada referencia sobre la ENIAC la proporciona William T. Moye.

2 Se pueden visitar las páginas web de Computer History Museum (americana), de la Historia de la Computación (española) o La Era de la Computación (peruana).

3 Ver Anexo 1.

4 Tomado de un artículo de David Salisbury

5 Existe una referencia de John Rice y Saul Rosen

6 Ver Anexo 2.

este campo. Así, la prestigiosa ACM data de 1948 y la antecesora de la actual *Computer Society* (miembro de la IEEE) se remonta a 1947.

Computing Curricula

La "*Computing Curricula*" es un trabajo conjunto desarrollado por las más prestigiosas asociaciones profesionales y científicas con sede principal en USA, como son: la *Association for Computing Machinery* (ACM), la *Computer Society* (miembro del *Institute of Electrical and Electronic Engineering*-IEEE), la *Association for Information Systems* (AIS) y la *Association for Information Technology Professionals* (AITP).

La sección que se presenta a continuación se ha preparado a partir de la propuesta de *Computing Curricula Overview 2005* del 30 de septiembre de 2005 (CC, 2005), manteniéndose en inglés los gráficos y traduciéndose secciones completas.

En el año 2001, se publicó el primer reporte conjunto de carreras relacionadas a la "*computing*" con un volumen para cada una de ellas: "*computer science*", "*information systems*", "*computer engineering*" y "*software engineering*". En octubre del 2005 se presentó el primer borrador del cuerpo de conocimiento de "*information technology*" como una quinta disciplina que se integrará a las anteriores. En la figura 2.1 se presenta la Serie de volúmenes que constituyen la "Computing Curricula".

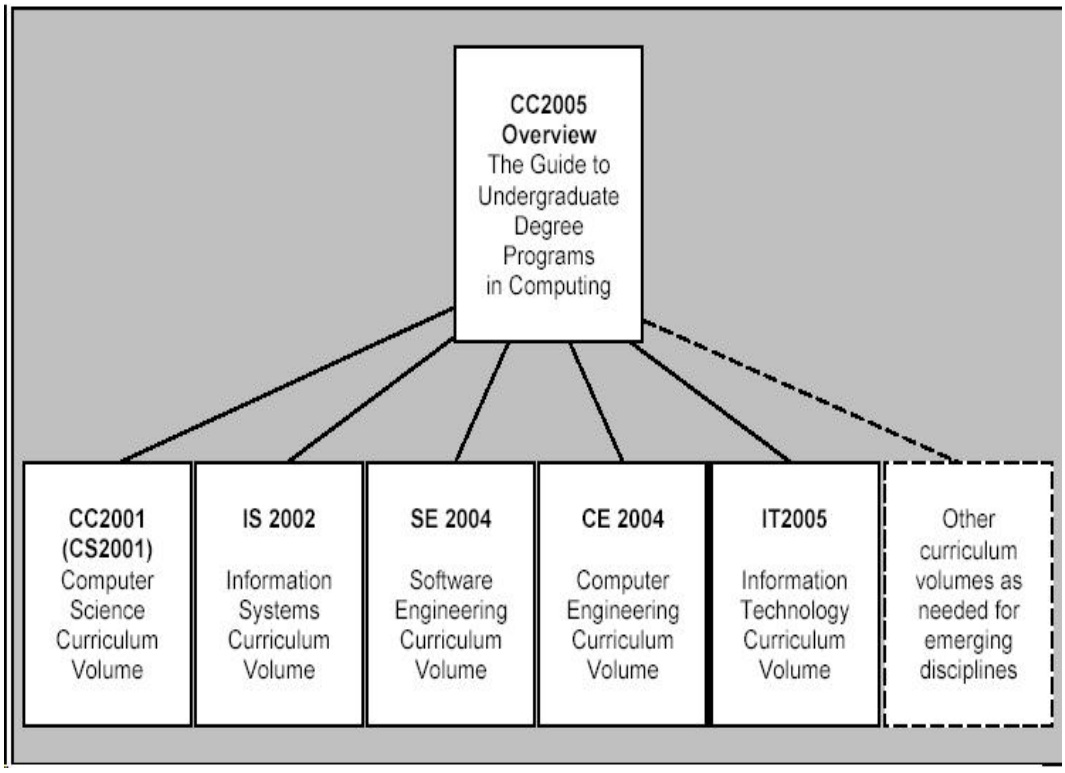


Figura 2.1 Estructura de la Serie de la *Computing Curricula*. [7]

Es conveniente señalar que el campo de la "*Computing*" ha sufrido una variación debido al crecimiento de su cuerpo de conocimiento, siendo necesaria la división de algunas

[7] CC2005 Overview, página 7

disciplinas para dar paso a otras. La figura 2.2 muestra esa evolución a la fecha y es posible que emerjan otras más adelante.

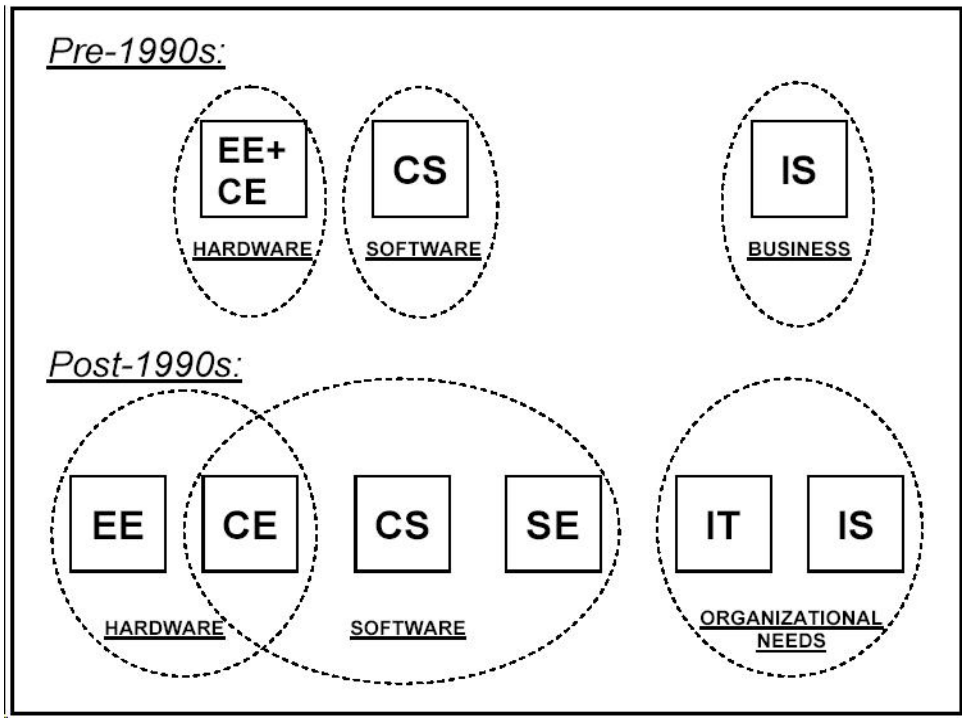


Figura 2.2 Evolución de las carreras según la *Computing Curricula* [8]

En la figura 2.2 (y el resto del capítulo) las siglas que son:

CE	*Computer Engineering*
CS	*Computer Science*
IS	*Information Systems*
IT	*Information Technology*
SE	*Software Engineering*
EE	*Electrical Engineering*

Actualmente para establecer una profesión con propiedad, entre otras cosas se considera que es necesario que tenga definido un cuerpo de conocimientos (*Body of Knowledge*). En este capítulo se presentan extractos traducidos del documentos de la *Computing Curricula Overview 2005*. y para el cuerpo de conocimientos se recurre a los documentos específicos de cada carrera, señalados en la figura 2.1

[8] CC2005 Overview, página 12

1.1 Computer Engineering

En el documento *Computing Curricula 2005 (CC2005 Overview),* de la página 13 podemos traducir y transcribir los siguientes conceptos:

> *Computer Engineering* está interesada en el diseño y construcción de computadoras y sistemas basados en computadoras. Esto involucra el estudio del hardware, software, comunicaciones, y la interacción entre ellos. Su currículo se enfoca en las teorías, principios y prácticas de la Ingeniería Eléctrica tradicional y las matemáticas, y las aplica a los problemas del diseño de computadoras y dispositivos basados en computadoras.
>
> Los estudiantes de *Computer Engineering* estudian el diseño de sistemas digitales de hardware, incluyendo sistemas de comunicación, computadoras y dispositivos que contienen computadoras. Ellos también estudian el desarrollo de software, enfocado en el software usado por dispositivos digitales y sus interfaces con usuarios y otros dispositivos. El estudio de CE puede enfatizar el hardware más que el software o puede haber un énfasis balanceado. CE tiene un fuerte sabor a Ingeniería.
>
> Actualmente un área dominante dentro de la *Computer Engineering* es la de sistemas empotrados, el desarrollo de dispositivos que tienen software y hardware empotrados en ellos. Por ejemplo, dispositivos tales como teléfonos celulares, equipos de audio digital, equipos de video digital, sistemas de alarma, máquinas de rayos X y herramientas láser de cirugía, todos requieren la integración de hardware y software empotrado, y todos ellos son el resultado de *Computer Engineering*.

En la figura 2.3, se muestra el área de cobertura que corresponde a la CE.

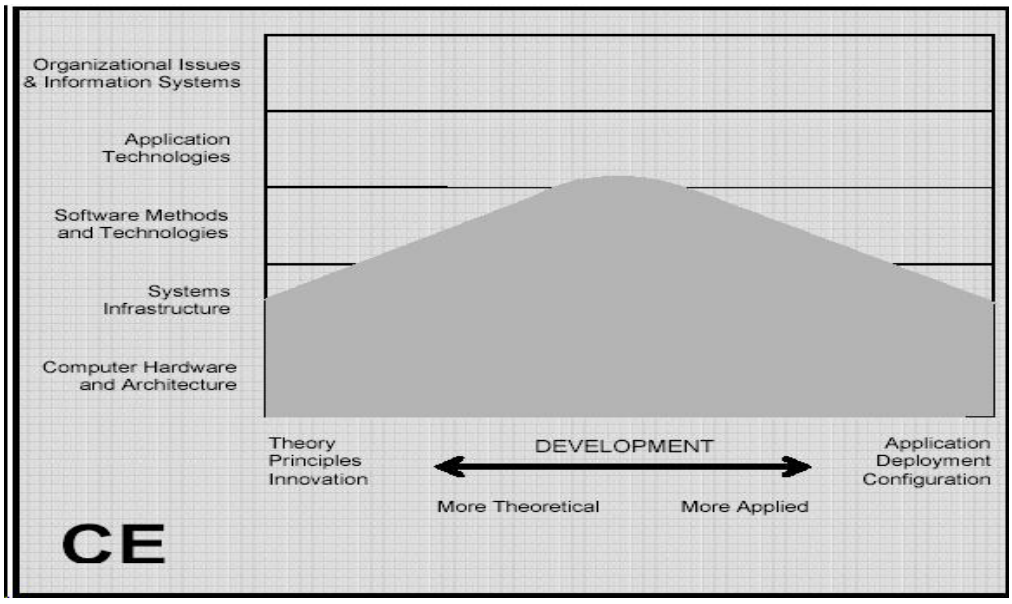


Figura 2.3 Área de Cobertura de la *Computer Engineering*

Cuerpo de conocimiento de *Computer Engineering*

En el documento ***Computer Engineering Curriculum Volume CE 2004*** se declaran las áreas[9] que contiene material indispensable de su currículo:

Algorithms *
Computer Architecture and Organization
Computer Systems Engineering
Circuits and Signals
Database Systems
Digital Logic
Digital Signal Processing
Electronics
Embedded Systems
Human-Computer Interaction *
Computer Networks
Operating Systems *
Programming Fundamentals *
Social and Professional Issues *
Software Engineering *
VLSI Design and Fabrication
Discrete Structures *
Probability and Statistics

* Consultar el reporte de *CC2001 Computer Science* para mayor detalle

[9] CE 2004, páginas 17 y 18.

1.2 Computer Science

En el documento *Computing Curricula 2005 (CC2005 Overview),* de las páginas 13 y 14 podemos traducir y transcribir los siguientes conceptos:

> *Computer Science* abarca un amplio rango, desde sus fundamentos teóricos y algorítmicos hasta desarrollos avanzados en robótica, visión por computadora, sistemas inteligentes, bioinformática, y otras excitantes áreas. Podemos pensar que el trabajo de los científicos de la computación cae en tres categorías:
>
> Ellos diseñan e implementan software. Los científicos de la computación afrontan tareas de programación desafiantes. Ellos también supervisan a otros programadores, manteniéndolos informados de nuevos avances.
>
> Ellos crean nuevas maneras de usar las computadoras. El progreso en las áreas de CS de: redes, bases de datos, e interfaz hombre-computadora permitieron el desarrollo del World Wide Web. Ahora los investigadores en CS están trabajando con científicos de otros campos para hacer que los robots sean ayudantes prácticos que demuestren inteligencia, para usar bases de datos para crear nuevo conocimiento, y para usar las computadoras para ayudar a descifrar los secretos de nuestro ADN.
>
> Ellos desarrollan maneras efectivas de resolver problemas de computación. Por ejemplo, los profesionales en *computer science* desarrollan las mejores maneras posibles de almacenar información en bases de datos, enviar datos a través de las redes, y mostrar imágenes complejas. Su base teórica les permite determinar el mejor rendimiento posible, y su estudio de algoritmos les ayuda a desarrollar nuevos métodos que proporcionan un mejor rendimiento.
>
> *Computer Science* abarca el rango desde la teoría hasta la programación. Los planes de estudio que reflejan esta amplitud son a veces criticados por fallar en preparar graduados para trabajos específicos. Mientras otras disciplinas pueden producir graduados con habilidades más relevantes para el trabajo inmediato, *Computer Science* ofrece fundamentos detallados que permiten a los graduados adaptarse a nuevas tecnologías y nuevas ideas.

En la figura 2.4, se muestra el área de cobertura que corresponde a la CS.

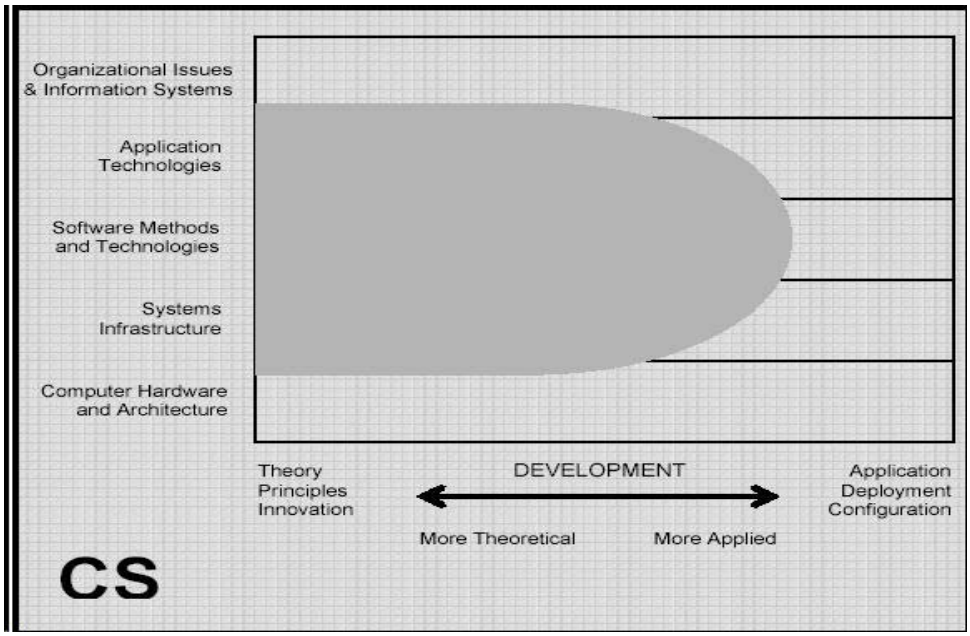


Figura 2.4 Área de Cobertura de *Computer Science*

Cuerpo de conocimiento de *Computer Science*

Computer Science es una de las carreras más antiguas en el campo de la Computación y tiene un cuerpo de conocimientos claramente definido y desarrollado a lo largo de varias décadas. Así en el documento ***Computer Science Curriculum Volume CS2001*** esta profesión tiene declaradas las siguientes áreas[10] como los temas que investiga y desarrolla como profesión:

Discrete Structures
Programming Fundamentals
Algorithms and Complexity
Architecture and Organization
Operating Systems
Net-Centric Computing
Programming Languages
Human-Computer Interaction
Graphics and Visual Computing
Intelligent Systems
Information Management
Social and Professional Issues
Software Engineering
Computacional Science and Numerical Methods

Es de notar que así como los matemáticos tienen en su cuerpo de conocimientos áreas como el álgebra, el cálculo, etc. estos temas pueden ser enseñados (aunque usualmente

[10] *CS 2001*, página 17.

con menor profundidad) a otras profesiones. Por ello, cuando p.e. enseñamos fundamentos de programación, algoritmos y estructuras datos, sistemas operativos (principios y diseño), gráficas por computadora, sistemas inteligentes (con temas como sistemas expertos, redes neuronales, etc.), debemos estar claros que estamos enseñando temas de Ciencias de la Computación.

También cabe señalar que en este documento (publicado en diciembre del 2001), aparece el área de Ingeniería de Software. Esto reitera el concepto de que la nueva profesión de Ingeniería de Software tiene sus orígenes en las Ciencias de la Computación y que estos temas siguen siendo de interés de esta prestigiosa y antigua carrera. Dado que el documento de ***Software Engineering Curriculum Volume SE 2004*** fue publicado tres años después, debemos esperar una nueva edición de ***CS 2001*** que establece el actual reacomodo de temas entre estas carreras.

Otro tema relevante es justamente la última de las áreas de la lista, *Computacional Science and Numerical Methods*. Su desarrollo ha dado paso a un nuevo campo denominado *Scientific Computing* (Computación Científica), lo cual se amplía en el Anexo 9.

1.3 Information Systems

En el documento *Computing Curricula 2005 (CC2005 Overview),* de la página 14 podemos traducir y transcribir los siguientes conceptos:

> Los especialistas en *Information Systems* se enfocan en integrar las soluciones en tecnologías de información y los procesos de los negocios para cumplir con las necesidades de información de los negocios y otras organizaciones, permitiéndoles alcanzar sus objetivos de una manera efectiva y eficiente. La perspectiva de esta disciplina en la "*Information Technology*"[11] enfatiza la información, y ve la tecnología como un instrumento que permite la generación, procesamiento y distribución de la información requerida. Los profesionales en esta disciplina (IS) están principalmente interesados en la información que los sistemas de computadoras pueden proporcionar para ayudar a una empresa en definir y alcanzar sus metas, y los procesos que una empresa puede implementar y mejorar usando tecnologías de información. Ellos deben comprender tanto factores técnicos como organizacionales, y deben ser capaces de ayudar a una organización a determinar como la información y los procesos de negocios obtenidos gracias a la tecnología pueden proporcionar una ventaja competitiva.
>
> Los especialistas en *Information Systems* juegan un rol clave en determinar los requerimientos de los sistemas de información de una organización y están inmersos en su especificación, diseño, e implementación. Como resultado, tales profesionales requieren de un sólido entendimiento de los principios y prácticas organizacionales, de manera que puedan servir como un puente efectivo entre la comunidad técnica y la administrativa de una organización, permitiendo a ellos trabajar en armonía para asegurar que la organización tiene la información y los sistemas que necesita para soportar sus operaciones. Los profesionales en *Information Systems* también están involucrados en diseñar sistemas de comunicación y colaboración organizacional basados en tecnologías.

En la figura 2.5, se muestra el área de cobertura que corresponde a la IS.

Todos los programas de IS combinan cursos de computación y negocios. Un gran número de programas en *Information Systems* en USA han estado ubicados en escuelas de negocios[12] y denominados genéricamente como *Management Information Systems*. Una amplia variedad de programas de IS existen bajo diversos nombres, los cuales usualmente intentan reflejar así la naturaleza del programa. Por ejemplo, programas en *Computer Information Systems* usualmente tienen fuerte enfoque tecnológico, y programas en *Management Information Systems* pueden enfatizar los aspectos de organización y comportamiento de IS.

---

[11] Aquí creemos que "*Information Technology*" se debe tomar como una etiqueta que, en un sentido amplio, es empleado para referirse a toda la computación.

[12] *IS 2002*, página 10

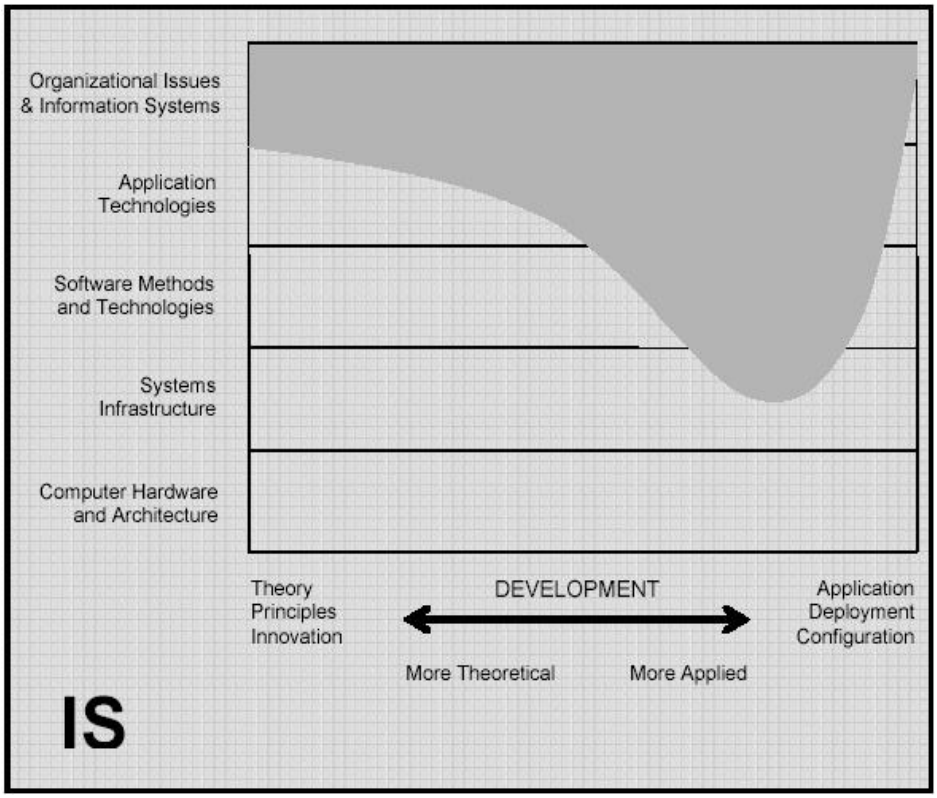


Figura 2.5 Área de Cobertura de *Information System*

Los nombres de estos programas no son siempre consistentes**:**

Information Systems
Information Technology Systems
Management Information Systems
Information Technology Resources Management
Computer Information Systems
Information Management
Accounting Information Systems
Business Information Systems
Information Science
Informatics
Information and Quantitative Science
Information Resources Management

Cursos representativos

El reporte sobre *Information Systems* no define el perfil de la profesión a través de un cuerpo de conocimientos, sino por medio de un conjunto de once cursos representativos que se presentan a continuación:

Prerequisite
0. Personal Productivity with IS Technology

Information Systems Fundamentals

1. Fundamentals of Information Systems
2. Electronic Business Strategy, Architecture and Design

Information Systems Theory and Practice

3. Information Systems Theory and Practice

Information Technology

4. Information Technology Hardware and Software
5. Programming, Data, File and Object Structures
6. Networks and Telecommunications

Information Systems Development

7. Analysis and Logical Design
8. Physical Design and Implementation with DBMS
9. Physical Design and Implementation in Emerging Environments

Information Systems Deployment and Management Processes

10. Project Management and Practice

Representative Career Tracks

Information Systems es una profesión que permite la especialización en diversas áreas, como se establece en el documento *MSIS2000 Model Curriculum and Guidelines for Graduate Degree Program in Information Systems*. Un conjunto representativo de las muchas opciones sería:

> Knowledge Management – Consulting - Managing the IS Function - Business Inteligence - Decision Making - New Ways of Working - Electronic Commerce - Project Management - Enterprise Resources Planning - Systems Analysis & Design - Global IT Management - Technology Management, etc.

1.4 Software Engineering

En el documento *Computing Curricula 2005 (CC2005 Overview),* de la página 15 podemos traducir y transcribir los siguientes conceptos:

> *Software Engineering* es la disciplina del desarrollo y mantenimiento de sistemas software que se comportan de manera confiable y eficiente, son factibles de desarrollar y mantener, y satisfacen todos los requerimientos que los clientes hayan definido para ellos. Más recientemente ha evolucionado en respuesta a factores como el creciente impacto de grandes y costosos sistemas de software en un amplio rango de situaciones y el incremento de la importancia del software en aplicaciones de seguridad crítica. *Software Engineering* es diferente en su carácter respecto de otras disciplinas de Ingeniería, debido tanto a la naturaleza intangible del software como a la naturaleza discontinua de la operación del software. *Software Engineering* busca integrar los principios de las matemáticas y *Computer Science* con las prácticas de Ingeniería desarrolladas para artefactos físicos tangibles.

En la figura 2.6, se muestra el área de cobertura que corresponde a la SE.

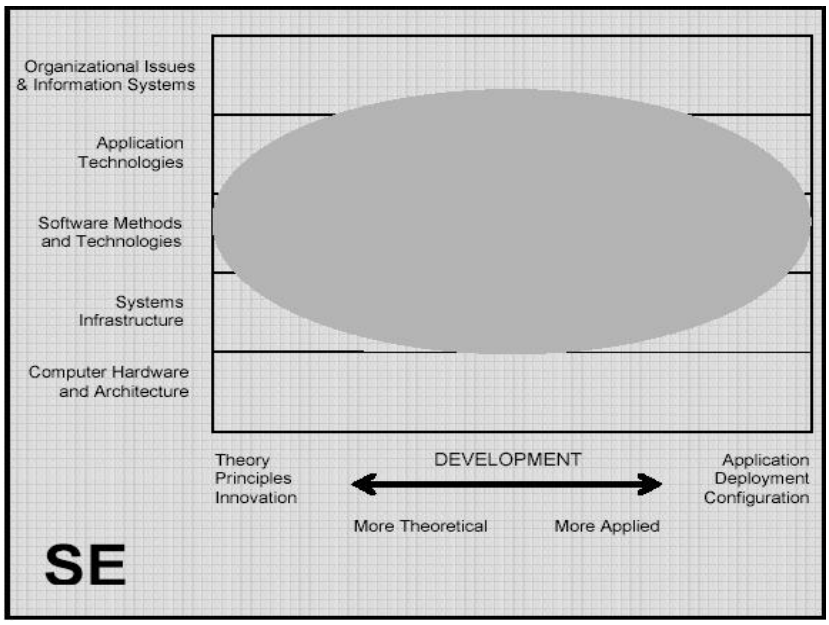


Figura 2.6 Área de Cobertura de *Software Engineering*

> Los estudiantes interesados pueden esperar encontrar a la *Software Engineering* presentada en dos contextos:
>
> Los programas en *Computer Science* ofrecen uno o más cursos de *Software Engineering* como parte de su currículo en *Computer Science*. Algunos ofrecen una concentración de múltiples cursos de *Software Engineering* dentro de *Computer Science*.
>
> Un cierto número de instituciones ofrecen un programa de pregrado en *Software Engineering*.

> Los programas en *Computer Science* y *Software Engineering* tienen muchos cursos en común. Los estudiantes de Ingeniería de Software aprenden más acerca de confiabilidad y mantenimiento del software y se enfocan más en técnicas para desarrollar y mantener software que es correcto desde su concepción. Mientras los estudiantes de CS probablemente hayan escuchado de la importancia de tales técnicas, el conocimiento y experiencia ingenieril proporcionados en programas de SE va más allá de lo que los programas de CS pueden proporcionar. Tal es la importancia de esto que una de las recomendaciones del reporte de SE es que durante su programa de estudios, los estudiantes de SE deben participar en el desarrollo de software a ser usado seriamente por otros. Los estudiantes de SE aprenden como asegurar las necesidades de los clientes y desarrollan software utilizable que satisface estas necesidades. Conocer como proporcionar software genuinamente útil y utilizable es de máxima importancia.
>
> En el campo laboral, el término "*Software Engineer*" es un cargo laboral. No hay una definición estándar para este término cuando se usa como una descripción laboral. Su significado varía ampliamente entre empleadores. Este puede ser un título equivalente a "programador de computadoras" o un título para aquellos que administran un proyecto de software grande, complejo y/o de seguridad crítica. El público no debe confundir la disciplina de *Software Engineering* con el ambiguo uso del término "*Software Engineer*" que se usa en la publicidad de empleos y en cargos laborales[13].

Cuerpo de conocimiento de *Software Engineering*

En el documento ***Software Engineering Curriculum Volume SE 2004***, se ha definido el cuerpo de conocimientos (*Body of Knowledge*). Así esta profesión tiene declaradas las siguientes áreas[14] como los temas que investiga y desarrolla como profesión son:

Computing Essentials
Mathematical & Engineering Fundamentals
Professional Practice
Software Modeling & Analysis
Software Design
Software Process
Software V & V
Software Quality
Software Management
Software Evolution

---

[13] Esta es una situación análoga a la confusión del cargo de "Ingeniero de Sistemas" en las empresas, con la que ocurrió con la profesión de "Ingeniero de Sistemas", que se verá más adelante.

[14] *SE 2004*, página 21

Especialmente en el área de Computing Essentials, se incluyen muchos temas que son desarrollados, como es natural, en el cuerpo de conocimientos de Computer Science.

1.5 Information Technology

En el documento *Computing Curricula 2005 (CC2005 Overview),* de las páginas 14 y 15 podemos traducir y transcribir los siguientes conceptos:

> *Information Technology* es una etiqueta que tiene dos significados. En un sentido amplio, el término "*Information Technology*" es usualmente empleado para referirse a toda la computación. En el ámbito académico, se refiere a los programas de pregrado que preparan estudiantes para satisfacer las necesidades tecnológicas de los negocios, gobierno, sector salud, escuelas, y otros tipos de organizaciones.
>
> En la sección 1.3, dijimos que *Information Systems* se enfoca en los aspectos de "información" de la "*Information Technology*". *Information Technology* es el complemento de dicha perspectiva: su énfasis está en la tecnología en sí misma más que en la información que procesa. IT es una disciplina nueva y con un rápido crecimiento, que empezó como una respuesta muy básica a las necesidades prácticas y cotidianas de los negocios y otras organizaciones. Hoy en día, organizaciones de todo tipo dependen de las tecnologías de información. Las necesitan para tener sistemas apropiados. Estos sistemas deben trabajar adecuadamente, ser seguros, y ser mejorables, mantenibles y reemplazables cuando sea apropiado. Las personas a través de una organización requieren el soporte del staff de tecnología de información que entienda los sistemas de computadoras y su software, y que estén comprometidos a resolver cualquier problema que pudieran tener relacionado a las computadoras. Los graduados de programas de *Information Technology* satisfacen estas necesidades.
>
> Los programas en *Information Technology* aparecen porque los programas en las otras disciplinas de la computación no estaban produciendo una adecuada oferta de graduados capaces de manejar estas necesidades muy reales. Los programas de IT existen para producir graduados que poseen la correcta combinación de conocimiento y práctica, experiencia práctica para tomar el cuidado tanto de la infraestructura de tecnologías de información de una organización como de las personas que la utilizan. Los especialistas en IT asumen la responsabilidad de seleccionar los productos de hardware y software apropiados para una organización, integrando estos productos con las necesidades organizacionales y la infraestructura, e instalando, adecuando y manteniendo estas aplicaciones para los usuarios de las computadoras de la organización. Ejemplos de estas responsabilidades incluyen: la instalación de redes; administración y seguridad de redes; el diseño de páginas web; el desarrollo de recursos multimedia; la instalación de componentes de comunicación; la supervisión de productos e-mail; y el planeamiento y administración del ciclo de vida tecnológico por el cual la tecnología de una organización es mantenida, mejorada, y reemplazada.

En la figura 2.7, se muestra el área de cobertura que corresponde a la IT.

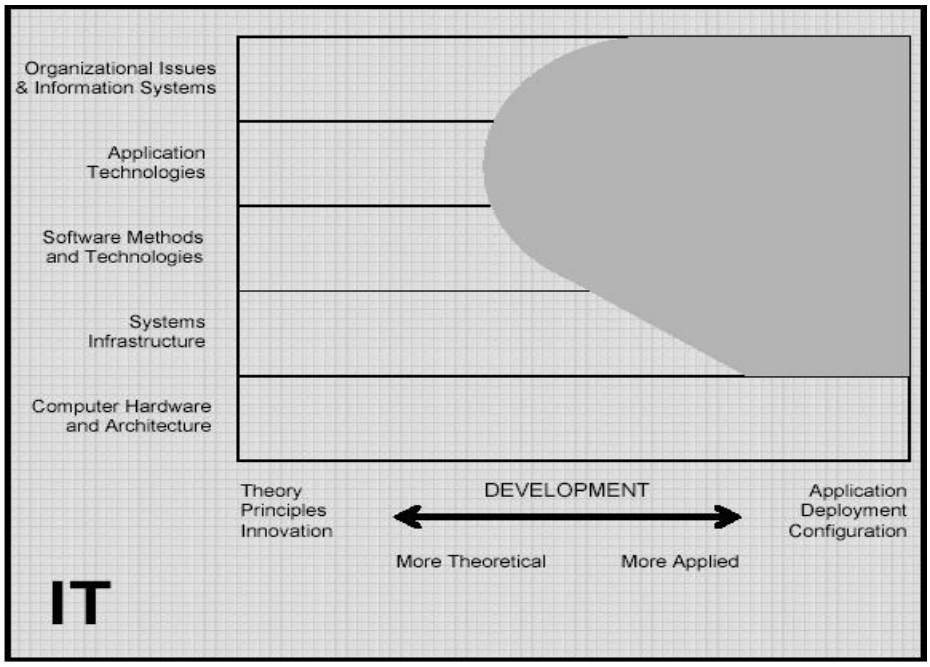


Figura 2.7 Área de Cobertura de *Information Technology* [15]

Áreas de conocimiento de la *Information Technology*

En el documento ***Information Technology Curriculum Volume SE 2004***, se ha definido el cuerpo de conocimientos (*Body of Knowledge*). Así esta profesión tiene declaradas las siguientes áreas[16] como los temas que investiga y desarrolla como profesión son:

Information Technology Fundamentals
Human Computer Interaction *
Information Assurance and Security
Information Management *
Integrative Programming & Technologies
Networking **
Programming Fundamentals *
Platform Technologies
Systems Administration and Maintenance
System Integration & Architecture
Social and Professional Issues
Web Systems and Technologies

* Mayor detalle en el reporte sobre *Computer Science*

** Áreas relacionadas con la *Computer Engineering*

[15] *CC 2005*, página 20
[16] *ITE 2004*, página 19

Comparación ponderada de los temas en los cinco programas de Computación [17]

A fin de ilustrar que estas carreras tiene una gran número de temas en común, se presenta la tabla en que se comparan los conocimientos mínimos y máximos que en cada área de conocimiento debe alcanzar cada una de las profesiones.

Knowledge Area	C	S	S	E	I	T	I	S	C	E
	Min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Programming Fundamentals	4	5	5	5	2	4	2	4	4	4
Integrative Programming	1	3	1	3	3	5	2	4	0	2
Algorithms and Complexity	4	5	3	4	1	2	1	2	2	4
Computer Architecture and Organization	2	4	2	4	1	2	1	2	5	5
Operating Systems Principles & Design	3	5	3	4	1	2	1	1	2	4
Operating Systems Configuration & Use	2	4	2	4	3	5	2	3	2	3
Net Centric Principles and Design	2	4	2	4	3	4	1	3	1	3
Net Centric Use and configuration	2	3	2	3	4	5	2	4	1	2
Platform technologies	0	2	0	3	2	4	1	3	0	1
Theory of Programming Languages	3	5	2	4	0	1	0	1	1	2
Human-Computer Interaction	2	4	3	5	4	5	2	5	2	5
Graphics and Visualization	1	5	1	3	0	1	1	1	1	3
Intelligent Systems (AI)	2	5					1	1	1	3
Information Management (DB) Theory	2	5	2	5	1	1	1	3	1	3
Information Management (DB) Practice	1	4	1	4	3	4	4	5	1	2
Scientific computing (Numerical mthds)	0	5							0	2
Legal / Professional / Ethics / Society	2	4	2	5	2	4	2	5	2	5
Information Systems Development	0	2	2	4	1	3	5	5	0	2
Analysis of Technical Requirements	2	4	3	5	3	5	2	4	2	5
Engineering Foundations for SW	1	2	2	5			1	1	1	2
Engineering Economics for SW	0	1	2	3	0	1	1	2	1	3
Software Modeling and Analysis	2	3	4	5	1	3	3	3	1	3
Software Design	3	5	5	5	1	2	1	3	2	4
Software Verification and Validation	1	2	4	5	1	2	1	2	1	3
Software Evolution (maintenance)	1	1	2	4	1	2	1	2	1	3
Software Process	1	2	2	5	1	1	1	2	1	1
Software Quality	1	2	2	4	1	2	1	2	1	2
Comp Systems Engineering	1	2	2	3					5	5
Digital logic	2	3	0	3	1	1	1	1	5	5
Distributed Systems	1	3	2	4	1	3	2	4	3	5
Security: issues and principles	1	4	1	3	1	3	2	3	2	3
Security: implementation and mgt	1	3	1	3	3	5	1	3	1	2
Systems administration	1	1	1	2	3	5	1	3	1	2
Systems integration	1	2	1	4	4	5	1	4	1	4
Digital media development	0	1	0	1	3	5	1	2	0	2

Fuente: **Table 3.1**: Comparative weight of computing topics across the five kinds of degree programs

Nota: donde no aparecen parejas de dígitos, ambos son cero (0).

[17] *CC 2005*, página 24.

1.6 Certificaciones Profesionales Internacionales

Se ha incorporado esta sección para mostrar algunas tendencias del ámbito profesional que pueden influir en las decisiones que se puedan tomar. Estas diversas opciones de certificación también pueden ser vistas como una medida remedial, que ofrecen estas organizaciones profesionales para brindar al profesional competente un respaldo o reconocimiento frente a la sociedad. Y una buena razón puede ser la aparición de una nueva carrera o una denominación más explicita de un cierto campo, que encuentra a ciertos profesionales necesitadas de una alternativa más expedita que el retornar a la universidad para obtener el título adecuado.

Certified Software Development Professional de la IEEE-CS

La *Computer Society* de la IEEE introdujo esta certificación hace pocos años y ha tenido relativo éxito en USA y algunas partes del mundo. El cuerpo de conocimiento utilizado es constantemente actualizado. A continuación se presente un extracto del mismo (*Computer, 2005*).

Extracto resumen del Cuerpo de Conocimiento.

Cuerpo de conocimiento de la Certificación de Desarrollado de Software Profesional de IEEE

I. Business Practices and Engineering Economics (3-4% questions)
   - A. Engineering Economics
   - B. Ethics
   - C. Professional Practice
   - D. Standards

II. Software Requirements (13-15% questions)
   - A. Requirements Engineering Process
   - B. Requirements Elicitation
   - C. Requirements Analysis
   - D. Software Requirements Specification
   - E. Requirements Validation
   - F. Requirements Management

III. Software Design (22-24% questions)
   - A. Software Design Concepts
   - B. Software Architecture
   - C. Software Design Quality Analysis and Evaluation
   - D. Software Design Notations and Documentation
   - E. Software Design Strategies and Methods
   - F. Human Factors in Software Design
   - G. Software and System Safety

IV. Software Construction (10-12% questions)

- A. Construction planning
- B. Code design
- C. Data design and management
- D. Error processing
- E. Source code organization
- F. Code documentation
- G. Construction QA
- H. System integration and deployment
- I. Code tuning
- J. Construction tools

V. Software Testing (15-17% questions)

- A. Types of Tests
- B. Test Levels
- C. Testing Strategies
- D. Test Design
- E. Test Coverage of Code
- F. Test Coverage of Specifications
- G. Test Execution
- H. Test Documentation
- I. Test Management

VI. Software Maintenance (3-5% questions)

- A. Software Maintainability
- B. Software Maintenance Process
- C. Software Maintenance Measurement
- D. Software Maintenance Planning
- E. Software Maintenance Management
- F. Software Maintenance Documentation

VII. Software Configuration Management (3-4% questions)

- A. Management of SCM Process
- B. Software Configuration Identification
- C. Software Configuration Control
- D. Software Configuration Status Accounting
- E. Software Configuration Auditing
- F. Software Release Management and Delivery

VIII. Software Engineering Management (10-12% questions)

- A. Measurement
- B. Organizational Management and Coordination
- C. Initiation and Scope Definition
- D. Planning
- E. Software Acquisition
- F. Enactment

G. Risk Management
H. Review and Evaluation
I. Project Close Out
J. Post-closure Activities

IX. Software Engineering Process (2-4% questions)
A. Process Infrastructure
B. Process Measurement
C. Process Definition
D. Qualitative Process Analysis
E. Process Implementation and Change

X. Software Engineering Tools and Methods (2-4% questions)
A. Management Tools and Methods
B. Development Tools and Methods
C. Maintenance Tools and Methods
D. Support Tools and Methods

XI. Software Quality (6-8% questions)
A. Software Quality Concepts
B. Planning for SQA and V&V
C. Methods for SQA and V&V
D. Measurement Applied to SQA and V&V

Certified Information System Auditor de ISACA

ISACA es la abreviatura de *Information Systems Audit and Control Association* que se focaliza en el trabajo de la auditoría y control de Sistemas de Información de las empresas y que ofrece dos certificaciones reconocidas internacionalmente denominadas *Certified Information System Audit* (CISA) y el *Certified Information Security Manager* (CISM), cada cual con su cuerpo de conocimiento. Sin embargo ISACA ha propuesto un currículo para las universidades. (ISACA, 2004).

Extracto de las Conclusiones de la Sección de Antecedentes.

> La profesión de auditoría y control de SI continúa evolucionando. La publicación del ITGI *Control for Information and Related technology* (COBIT, marca registrada) es un ejemplo de los objetivos de control de información tecnológica que confrontan la gerencia, auditores, profesionales de SI y usuarios. Las universidades e instituciones educativas deben entender las necesidades de la comunidad profesional para proporcionar al mercado graduados que posean destrezas requeridas y el conocimiento que los profesionales necesitan. El modelo académico de la ISACA proporciona a las universidades un marco conceptual básico sobre la educación requerida para desarrollar destrezas necesarias para la profesión.
>
> En el ambiente de negocios basado en información, profesionales de negocios que son técnicamente competentes en SI, o especialistas de SI

que entienden de contabilidad, comercio u operaciones financieras, están en gran demanda para carreras de auditoría de SI. El especialista en SI y el auditor de SI deben de recibir capacitación continua para actualizar sus conocimientos, destrezas y habilidades.

Certified Software Quality Engineer de la ASQ

La *American Society for Quality*, más conocida internacionalmente como ASQ, es un organización fundada en 1968 y se orienta de manera transversal al tema de calidad en cualquier área del conocimiento y dentro de sus principales servicios, brinda la certificación de profesionales con determinadas competencias. CSQE es una certificación desarrollada por ASQ que se orienta al tema de calidad en el campo del Software manteniendo constantemente actualizado su cuerpo de conocimiento.

Extracto resumen del Cuerpo de Conocimiento.

El Cuerpo de Conocimiento del *Certified Software Quality Engineer* ASQ (ASQ, 2005) es:

I. GENERAL, KNOWLEDGE, CONDUCT, and ETHICS (16 Questions)
   - A. Quality philosophy and principles
   - B. Standards, specifications, and models.
   - C. Leadership and skill.
   - D. Ethical conduct and professional development

II. SOFTWARE QUALITY MANAGEMENT (30 Questions)
   - A. Goals and objectives
   - B. Methodologies
   - C. Audits

III. SOFTWARE ENGINEERING PROCESSES (26 Questions)
   - A. Environmental conditions
   - B. Requirements management
   - C. Requirements engineering
   - D. Analysis, design, and development methods and tools
   - E. Maintenance management

IV. PROGRAM AND PROJECT MANAGEMENT (24 Questions)
   - A. Planning
   - B. Tracking and controlling
   - C. Risk management

V. SOFTWARE METRICS, MEASUREMENT, AND ANALYTICAL METHODS (24 Questions)
   - A. Metrics and measurement theory
   - B. Process and product measurement
   - C. Analytical techniques

VI. SOFTWARE VERIFICATION AND VALIDATION (V&V) (24 Questions)

A. Theory
B. Reviews and inspections
C. Test planning and design
D. Test execution and evaluation

VII. SOFTWARE CONFIGURATION MANAGEMENT (16 Questions)
A. Configuration infrastructure
B. Configuration identification
C. Configuration control
D. Configuration status accounting
E. Configuration audits
F. Release and distribution issues

2. INFORMATIQUE (INFORMÁTICA)

En esta sección se presenta la Informática desde la definición original en francés y la interpretación de este campo por los países europeos.

Origen del Vocablo

El término informática fue inventado por Phillipe Dreyfus en Francia en el año 1962 y luego aceptado por la Academia Francesa en 1966 (Futura, 2005; Tout-savoir, 2005) y en España fue aceptado en 1968 (Audiovisual, 2005). El término informática (*informatiqué*) se deriva de los términos "INFORmación" y "autoMÁTICA" (*'information' 'automatique'*).

Los diccionarios franceses (Futura, 2005; Tout-savoir, 2005) lo definen como: la ciencia del tratamiento racional, en particular usando máquinas automáticas, de la información considerada como el soporte del conocimiento humano y de la comunicación en los campos técnicos, económica y social.

El diccionario de la real academia española (DRAE, 2005) la define como: conjunto de conocimientos científicos y técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de ordenadores. En el idioma español empleado en los países del continente americano se usa computador en vez de ordenador.

En Europa se ha extendido el uso del término informática en los diversos idiomas que ahí se hablan: *Informatik* (alemán), [ingegneria] *Informatica* (italiano), *Informática* (portugués), *Informatics* (sueco), entre otros.

Según los diccionarios franceses (Futura, 2005; Tout-savoir, 2005), "la disciplina de la informática nace por la fuerte necesidad de usar tablas de balística del ejército de USA durante la segunda guerra mundial. Las tablas eran necesarias para saber donde iban a caer los proyectiles, cálculo que demandaba miles de horas, así que esto era necesario automatizarlo. Por lo tanto la informática nace del cálculo. No es hasta los años cincuenta que la informática se comienza a ocupar de la información general y toma su nombre. La informática es entonces la ciencia del tratamiento automatizado de la información".

Para corroborar esta clara dicotomía entre *Computing* e *Informatique*, podemos exponer el caso de Canadá, en donde universidades francófonas como**:** École Polytechnique (Québec), Université Laval (Québec), Université Du Québec À Chicoutimi, Université De Sherbrooke (Québec), Université Du Québec À Hull (Québec), ofrecen todas el programa de Génie Informatique.

En cambio en universidades anglófonas como: McMaster University (Ontario), University of Ottawa (Ontario), The University of Western Ontario, The University of Calgary (Alberta), Concordia University (Québec), Lakehead University (Ontario), ofrecen todas los programas de Computer Engineering, Software Engineering y el de Computer Science.

2.1 Modelo Educativo de IFIP

El término informática es adoptado por la *International Federation for Information Processing* (IFIP, 2005) en la propuesta de currículo para educación superior IFIP/UNESCO *Informatics Curriculum Framework 2000* (ICF, 2000), como un término que cubre diversos y relacionados campos que incluyen: *computing* (computación), ciencias de la computación (*computer science*), ingeniería de computadoras (*computer engineering*), sistemas de información (*information system*), sistemas de información de administración (*management information system*), sistemas de información de computadoras (*computer information system*), ingeniería del software (*software engineering*), inteligencia artificial (*artificial intelligence*), tecnología de la información (*information technology*) y tecnología de la información y la comunicación (*information and communication technology*), entre otros.

La propuesta de IFIP ha sido desarrollada bajo el auspicio de la UNESCO en su versión 2000 habiendo participado en ella, instituciones muy respetables como ACM, IEEE, AITP y AIS (ICF, 2000)

La propuesta identifica tres tipos de categoría de profesionales:

> Los usuarios de informática (**i-users**): Profesionales no Informáticos usando aplicaciones o tecnología en su trabajo, por ejemplo profesionales no informáticos usando aplicaciones informáticas como procesadores de textos o tecnología informática como sistemas de comunicaciones digitales.
>
> Los usuarios que aplican informática a otros campos (**i-appliers**): Profesionales no informáticos aplicando conocimientos informáticos y habilidades informáticas en áreas diferentes de la informática, por ejemplo profesionales no informáticos en el campo de la economía que utilizan aplicaciones informáticas para modelar situaciones económicas.
>
> Los usuarios que trabajan en el campo de la informática (**i-workers**): Profesionales informáticos trabajando en el campo de la informática, por ejemplo un ingeniero de sistemas quién como profesional informático desarrolla una aplicación informática o tecnología informática (note que el campo de la Informática es amplio y tiene límites difusos con respecto a otras disciplinas).
>
> Se debe notar que los *i-workers* y los *i-appliers* generalmente son también i-users, mientras que los *i-workers* pueden o no ser *i-appliers*. El documento de IFIP establece niveles de conocimiento que se puede alcanzar de acuerdo a cada tipo profesional y que se resume en el cuadro siguiente. En el Anexo 10 se presenta mayor información sobre este tema.

Categoría usuarios	Nivel [sección del documento]
i-users	A1.Instrumental [sección 9]
i-appliers	B1.Conceptual [sección 10]
	B2 Interfaces [sección 11]
	B3 Investigación [sección 11]
	B4 Dirección [sección 11]
i-workers	C1 Operacional [sección 12]
	C2 Ingeniería [sección 12]
	C3 Investigación [sección 12]

Los temas que comprende el cuerpo de conocimiento de la propuesta del IFIP son los siguientes:

- Representación de información.
- Formalismos en procesamientos de información.
- Modelado de información.
- Algoritmos.
- Diseño de sistemas.
- Desarrollo de software.
- Potenciales y limitaciones de la computación y tecnologías relacionadas.
- Sistema y arquitectura de computadoras.
- Comunicaciones basadas en computadoras.
- Implicancias éticas y sociales.
- Habilidades profesionales e interpersonales.
- Perspectiva y contexto ampliado (incluye enlace a otras disciplinas).

Adicionalmente, el (ICF, 2000) establece las siguientes orientaciones:

> Conocimiento o uso (*awareness*): apuntando al desarrollo básico del conocimiento así como de las habilidades, que permitan a los estudiantes actuar básicamente respecto a la informática en general y realizar operaciones estándares que usen tecnología de computación o paquetes de software.
>
> Aplicación: apuntando al desarrollo de una compresión conceptual básica de la informática y de algunas habilidades más avanzadas de la informática que permitan a los estudiantes aplicar la informática básica a otras disciplinas o áreas.
>
> Diseño y modelado: apuntando al desarrollo de una compresión general y una amplia visión global de la informática, especialmente con respecto al modelado y al diseño de aplicaciones informáticas.

Conceptualización y abstracción: apuntando al desarrollo de una compresión completa y un buen desarrollo de habilidades en informática como una amplia disciplina, la esencia es desarrollar más allá la capacidad del estudiante para resumir y conceptuar.

2.2 Ingeniería Informática en España (Propuesta de ANECA) [18]

La Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) tomando a la calidad educativa como una de sus preocupaciones y considerando el marco establecido por el Nuevo Espacio Educativo Europeo, ha apoyado el trabajo de 56 delegados de diversas instituciones educativas relacionadas a la titulación de Ingeniería Informática de todo España, obteniendo como resultado el Libro Blanco, que es una propuesta interna (ANECA, 2005).

Una primera aproximación a la evolución de las denominaciones y tipos de titulaciones que se ofrecen en España, se encuentra observando la información que ofrece la siguiente tabla (tomada de las página 89).

Egresados por titulación: Total ESPAÑA

Titulación	año primer titulado	año último titulado	total egresados
Licenciatura Informática	1976	2004	19.452
Diplomatura Informática	1983	2003	15.117
Ingeniería Informática	1992	2004	12.323
Ingeniería Técnica Informática Gestión	1993	2004	12.697
Ingeniería Técnica Informática Sistemas	1993	2004	9.116
Total agregado			68.705

El documento recopila información de todas las facultades, presenta el resultado de encuestas a diversos colectivos: profesionales, profesores y estudiantes; y hace un análisis de su situación actual y futura. Asimismo, utiliza como referencia los documentos que ya se han revisado en este informe como: *Computing Curricula*, la propuesta de IFIP y las directrices de *Career-Space* (que se verá en la sección 2.4), entre otros. Habla sobre competencias profesionales necesarias en el profesional europeo del siglo XXI, utiliza un nuevo concepto de crédito educativo que es centrado en el quehacer del estudiante y no en el del profesor; este nuevo modelo de créditos busca favorecer la movilidad de estudiantes entre las diferentes universidades y países, y busca facilitar el reconocimiento de créditos obtenidos en las instituciones europeas, en la sección 5.4 se comenta un poco más sobre este tema.

La propuesta del libro blanco es mantener una sola carrera de ingeniería Informática con la posibilidad de tener orientaciones ligeramente diferentes en el último periodo lectivo

[18] Se ha elegido España como referencia porque el idioma no constituye una barrera a la referencia documental, la cual cobra más validez porque trata de su acercamiento a toda la Unión Europea.

de la carrera. En concreto se habla de una carrera con tres menciones. A continuación, se presentan tres extractos que pueden ayudar en la discusión de ciertos temas que cubre el informe.

Extracto de la sección 9.1 Formación Basada en Competencias.

> La noción de competencia profesional pretende mejorar la relación del sistema educativo con el productivo, con el objetivo de impulsar una adecuada formación de los profesionales. Este concepto de competencia profesional viene marcando la orientación de las iniciativas y procesos de cambio estratégicos que durante la última década están poniendo en marcha distintos países en torno a cuatro ejes de actuación: el acercamiento entre el mundo laboral y la formación; la adecuación de los profesionales a los cambios en la tecnología y en las organizaciones; la renovación de las entidades de educación, de los equipos docentes y de la propia oferta educativa; y de las modalidades de adquisición y reconocimiento de las calificaciones.
>
> El actual sistema educativo se caracteriza por proporcionar a las personas un conocimiento con un carácter fundamentalmente teórico, mientras que el sistema productivo ha facilitado tradicionalmente el desarrollo de capacidades y habilidades prácticas. El modelo educativo por competencias es el lugar donde ambos productos convergen. La conjunción de habilidades, de conocimientos y del contexto donde se desarrollan, supone una revolución de los sistemas de formación. En consecuencia, el enfoque de competencia profesional se ha consolidado como una alternativa atractiva para impulsar la formación en una dirección que armonice las necesidades de las personas, las empresas y la sociedad en general; dibujando un nuevo paradigma para el siglo XXI en la relación entre los sistemas educativo y productivo.
>
> Las competencias profesionales se caracterizan porque comportan todo un conjunto de conocimientos, procedimientos, actitudes y rasgos que se complementan entre sí, de manera que el individuo debe "**saber"**, "**saber hacer**", "**saber estar**" y "**saber ser**", para actuar con eficacia frente a situaciones profesionales. Sólo son definibles en la acción, en situaciones de trabajo, por lo que para su desarrollo adquieren especial importancia, la experiencia y el contexto que demanda y permite la movilización de esas competencias. Es un concepto integrador porque consiste tanto en las aptitudes como en las actitudes, de modo que va más allá de los componentes técnicos, los cuáles se complementan con los componentes metodológicos, participativos y personales. Supone no sólo saber lo que hay que hacer en una situación, sino también ser capaz de enfrentarse a ello en una situación real. Es, asimismo, un concepto dinámico porque las competencias se desarrollan a lo largo de la trayectoria profesional, es decir, que no son inmunes a los cambios.
>
> Por otro lado, la Sociedad de la Información y del Conocimiento, está impulsando la generación de toda una serie de nuevos empleos con contenidos muy diferentes a los puestos de trabajo tradicionales.

Hoy en día, los trabajadores incorporan un mayor nivel de conocimiento en la creación y elaboración de productos, y existe en el mercado toda una gama de servicios cuya base principal es el conocimiento. La calidad se ha convertido en un elemento clave de cara a la consecución de ventajas competitivas de las empresas y son las personas la base de ello.

Las nuevas tecnologías demandan nuevas competencias profesionales para desempeñar nuevas tareas o tareas de índole más tradicional, pero que requieren nuevos planteamientos. Las nuevas competencias que las empresas exigen a los profesionales están relacionadas con el manejo de equipos tecnológicos pero, además, precisan nuevos conocimientos, competencias sociales y emocionales, capacidades estratégicas, organizativas, de planificación, etc. Es decir, se requieren profesionales multifuncionales con una buena actitud ante el cambio y con una amplia capacidad de aprendizaje.

Extracto de la sección 9.2 Funciones y Competencias del Ingeniero en Informática

Atendiendo a lo anteriormente expuesto, hoy en día se requieren Ingenieros en Informática competentes que posean amplios conocimientos de todas las áreas relacionadas con las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), con capacidad de liderar el desarrollo de proyectos, que sean capaces de identificar problemas, evaluar riesgos y aportar soluciones eficientes y con gran capacidad de aprendizaje y de adaptación a los posibles cambios para que estén preparados para integrarse en un entorno de rápida evolución.

Una titulación de Ingeniería en Informática de tipo generalista, como la que se propone en este Libro Blanco, debe proporcionar conocimientos científicos, técnicos y habilidades prácticas en las distintas áreas de la informática, tanto para la explotación de las posibilidades actuales y futuras del estado de las diferentes disciplinas como para la incorporación como ingenieros a la investigación y desarrollo de la informática.

El Ingeniero en Informática es un experto en tecnología del software, en arquitectura y tecnología de los computadores, en tecnología de las redes de computadores y en equipos electrónicos, conocimientos que le capacitan para trabajar en todo tipo de empresas y en todos los departamentos de la empresa, aunque fundamentalmente se agrupen en el departamento de informática.

Los titulados deberán, por tanto, poder incorporarse sin problemas en empresas del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Departamentos de Informática de empresas de cualquier sector con implantación de Nuevas Tecnologías, con las funciones de diseñar, desarrollar, mantener y comercializar equipos y sistemas que incorporen subsistemas informáticos y telemáticos.

Los campos más profesionalizados son:

- centros de cálculo
- empresas de hardware y software
- entidades financieras
- telecomunicaciones
- electricidad
- alta tecnología
- seguridad
- consultoras informáticas

Las funciones propias a desarrollar por un Ingeniero en Informática son: análisis; dirección de informática y departamentos de desarrollo; dirección y organización de proyectos informáticos y centros de programación de datos; mantenimiento de infraestructuras; arquitectura, análisis y diseño de sistemas informáticos; técnico de sistemas, bases de datos y comunicaciones; consultoría técnica; auditoría informática; inteligencia artificial y nuevas tecnologías; diseño, selección y evaluación de infraestructuras de computación y lógica; optimización de métodos y medios de comunicación con el computador y los usuarios; concepción de proyectos y aplicaciones para su posterior análisis y ejecución; investigación; formación; docencia; técnicos comerciales y puestos de dirección en cualquier área empresarial con la realización de estudios de postgrado en economía.

Extracto de la sección 12.1 Diseño de los CFC

Los Contenidos Formativos Comunes (CFC) que deben abarcar los planes de estudio conducentes al título de Ingeniería en Informática se vertebran sobre una base común que muestra la figura adjunta. Esto debe ser el armazón que soporte una formación que provea las capacidades requeridas en la práctica profesional de la ingeniería como es la capacidad de dirigir proyectos, de comunicarse de forma clara y efectiva, de trabajar en y conducir equipos multidisciplinares, además de los contenidos propios de la Informática. Todo el proceso culmina con la realización de un Proyecto donde el estudiante deberá aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de su proceso de formación.



Por tanto, los Contenidos Formativos Comunes de una Ingeniería en Informática se deberán organizar en las siguientes cuatro categorías:

- Fundamentos científicos.
- Contenidos generales de la Ingeniería.
- Contenidos específicos de la Ingeniería en Informática.
- Proyecto Fin de Carrera (PFC).

Uno de los aspectos más característicos del sistema universitario español es su excesiva reglamentación. Este hecho lo convierte en uno de los sistemas más rígidos de Europa, lo que en el ámbito de un Espacio Europeo de Educación Superior supone un importante inconveniente a tener en cuenta, en especial en lo referente a titulaciones universitarias relacionadas con las TIC, las cuales deben incorporar de manera rápida y flexible los avances tecnológicos y nuevas aplicaciones que se suceden a un ritmo muy rápido.

Por ello, entendemos que dentro del ámbito europeo debemos flexibilizar al máximo las reglamentaciones y normativas relacionadas con las nuevas titulaciones, máxime si los procesos de acreditación de las mismas van a constituir un referente de su calidad.

En ese sentido, la propuesta de Contenidos Formativos Comunes que se hace en este Libro Blanco debe entenderse como una recomendación a las universidades a fin de que sobre ella estructuren sus planes de estudio, pero permitiéndoles la flexibilidad necesaria para que puedan planificarlos conforme al perfil del mercado laboral de su entorno e imprimir un carácter diferenciador que enriquezca el panorama universitario español y europeo.

Los planes de estudio conducentes al título oficial de Ingeniería en Informática deberán incluir al menos un 60% de Contenidos Formativos Comunes. Esta distribución se basa en las recomendaciones ACM/IEEE. Con objeto de hacer posible una cierta flexibilidad que permita a las

universidades adecuar y profundizar en su Plan de Estudios en los perfiles propuestos Desarrollo de Software, Sistemas y Gestión y Explotación de las TI, proponemos para cada categoría y sus subcategorías, un rango en forma de porcentajes mínimos y máximos de créditos ECTS19 a dedicar. Esta manera de establecerlo, por rangos en lugar de fijar un número de ECTS por contenido, sigue el modo de hacer de los Standards for Accrediting Study Programs in Informatics and Interdisciplinary Informatics Degrees at German Institutes of Higher Education recomendado por la Gesellschaft für Informatics e.V. (Sociedad Informática Alemana), así como las recomendaciones de la COPIITI20 o de la ACM/IEEE misma que establece sólo un mínimo de créditos en algunas de las materias dejando a juicio de la universidad la decisión de la impartición o no, y con una extensión sin definir, de la gran mayoría de las materias. Es decir, ACM/IEEE sólo establece un núcleo (core) mínimo de créditos en determinadas materias, y el del resto sólo indica posibles contenidos sin indicar extensión ni profundidad, que puede ser ninguna.

Extracto de la sección 9.4 Perfiles Profesionales de Grado

Como vemos, los campos de actuación de los ingenieros informáticos están en continua evolución. Para evitar que se concluya a partir de este Libro Blanco que los perfiles profesionales son un conjunto cerrado e inamovible, se ha optado por proponer únicamente tres grandes perfiles que consideramos pueden abarcar lo que hoy en día es la profesión del Ingeniero en Informática.

Los tres grandes perfiles profesionales que responden a las tendencias profesionales y que pretenden abarcar las diferentes propuestas existentes dentro de la amplitud y diversidad de perfiles, como se desprende de la propuesta perfiles profesionales descritos en el apartado anterior, así como del análisis que se realiza en el prólogo del "Computing Curricula 2001" de ACM e IEEE[14], son:

- Perfil profesional de Desarrollo Software
- Perfil profesional de Sistemas
- Perfil profesional de Gestión y Explotación de Tecnologías de la Información

Perfil Profesional en Desarrollo de Software

En la página 170 encontramos un desarrollo del Perfil profesional de Desarrollo Software.

19 ECTS es la abreviatura de European Credit Trasnfer System.
20 COPIITI

> Un Ingeniero en Informática con perfil profesional de Desarrollo Software debe estar preparado para participar y desarrollar cualquiera de las actividades implicadas en las fases del ciclo de vida de desarrollo de software, en productos software y aplicaciones de dimensión media. Es decir, es capaz de analizar, modelar las soluciones y gestionar los requisitos del producto.
>
> Sabe diseñar la arquitectura y detallar las especificaciones de funcionamiento; conoce la naturaleza y posibilidades de los distintos lenguajes de codificación y es capaz de realizar la implementación, de todo o parte del producto, mediante el uso de las diferentes metodologías y paradigmas de desarrollo que estén a su alcance; está preparado para realizar la verificación modular de los desarrollos parciales, la integración parcial o completa y las pruebas modulares y de sistema; está en disposición de validar el producto para la aceptación del cliente, de implantarlo y de ponerlo en explotación.

Perfil Profesional en Gestión y Explotación de las Tecnologías de Información

En la página 172 encontramos un desarrollo del Perfil profesional de Gestión y Explotación de Tecnologías de la Información.

> Un Ingeniero en Informática con perfil profesional de Gestión y Explotación de Tecnologías de la Información es responsable de asegurar que las necesidades de Gestión de la Información y del Conocimiento de las organizaciones se satisfacen con el desarrollo y la implantación de soluciones informáticas. Conoce la estrategia empresarial y las diferentes soluciones de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones necesarias para apoyar dicha estrategia.
>
> Debe conocer las tendencias y tecnologías del sector TIC. Se centra en el análisis, la planificación y el desarrollo de soluciones que apoyen las necesidades estratégicas de la organización. Asimismo, participa en la planificación del negocio, el análisis de las necesidades empresariales y la evaluación de los riesgos comerciales. Actúa también como consultor interno, trabajando con las distintas áreas funcionales de una organización y ofreciendo asesoramiento y orientación sobre cómo facilitar las operaciones de la empresa haciendo un uso eficaz de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones.

Perfil Profesional en Sistemas

En la página 171 encontramos un desarrollo del Perfil profesional de Sistemas.

> El perfil Sistemas capacita a un profesional para analizar, diseñar, construir e implementar sistemas basados en computadoras, que soporten aplicaciones técnicas, comerciales, industriales, no

convencionales y de negocios en general, utilizando técnicas y métodos que aseguren eficiencia. Administra centros de cómputo o de sistemas de información de datos, utiliza y orienta el empleo de software de aplicación e investiga en materias de tecnologías de información.

Un Ingeniero en Informática con perfil Sistemas, es capaz de especificar, modelar, diseñar, implantar, verificar, integrar, configurar, mantener y evaluar el rendimiento de cualquier sistema informático así como cada uno de sus componentes o partes. Por ello debe contar con sólidos conocimientos de las técnicas, dispositivos y herramientas propias del ámbito que le capaciten para la especificación, diseño, montaje, depuración, mantenimiento y evaluación del rendimiento del hardware de computadores y sus periféricos habituales. Asimismo, debe ser competente para el desarrollo del software del sistema que posibilita una gestión eficaz de los recursos hardware del sistema informático.

2.3 Directrices de *Career – Space*.

Career-Space es un consorcio de 11 grandes empresas Europeas que han elaborado un documento denominado Directrices para el Desarrollo Curricular – Nuevos Currículos de TICs para el Siglo XXI (*Career Space, 2001*). El documento constituye un referente interesante porque presenta la visión de la industrial europea en este tema. A continuación se presenta un extracto del documento.

Extracto del Documento, sección de Introducción

Es un objetivo que puede conseguirse por diversos medios y con diferentes diseños curriculares. No obstante, el consorcio *Career Space* recomienda que los currículos de TIC consten de los siguientes elementos básicos:

- una base científica del ~30 %;
- una base tecnológica del ~30 %;
- una base de aplicaciones y un pensamiento sistémico del ~25 %;
- un componente de capacidades conductuales y empresariales de hasta el ~15 %.

Los perfiles de capacidades genéricas básicas de *Career Space* se ofrecen como punto de referencia para las universidades. Estos perfiles básicos representan las principales áreas en las que se advierte escasez de capacidades en la actualidad y para las que se prevé también escasez en el futuro. En función de los requisitos de la institución en cuestión, los perfiles pueden agruparse en tres o cuatro currículos. Además, se sugiere el uso de una serie de módulos básicos, seguidos de conjuntos de módulos específicos de cada área y acompañados de otra serie de módulos optativos, como una forma flexible de plantear el diseño de nuevos currículos.

Extracto del Documento sección 4.3 Modelo Propuesto por el Sector Empresarial.

El análisis del trabajo del graduado en TIC en el sector empresarial demuestra que consta de una serie de tareas características de un trabajo en particular. Las actividades dependen de distintos factores, como el área de especialidad, el área funcional, el tamaño de la empresa, etc., cada uno de los cuales impone sus propias demandas de conocimientos y cualificación a los miembros del personal. Si bien dichas demandas pueden variar según la tarea, la estructura básica de los conocimientos necesarios es la misma.



Figura 2.1

El ámbito de competencia profesional de los graduados pueden ilustrarse utilizando un diagrama con dos ejes de coordenadas, 'Profundidad de conocimientos' y 'Amplitud de conocimientos'. Las áreas especializadas se sitúan a lo largo del eje 'Amplitud de conocimientos'. 'Profundidad de conocimientos' indica el nivel de conocimiento en esas áreas, hasta un nivel de pleno conocimiento profesional. Este principio se utiliza en el diagrama de la figura 5.1, donde se indican también los métodos para organizar cursos y los medios de impartirlos a fin de adquirir las competencias en cuestión (figuran los períodos de prácticas en la industria, así como proyectos y trabajos de tesis).

Está claro que no todo el mundo puede convertirse en un experto en todas las áreas. En general, un conocimiento amplio es sólo posible al nivel más básico. La especialización hasta alcanzar el nivel más alto de conocimientos y el pleno dominio de un área sólo suele ser posible en un área específica.

3. INGENIERÍA DE SISTEMAS

En esta sección se intenta presentar la Ingeniería de Sistemas tal como se entiende hoy a nivel internacional. Debemos señalar que tratar de establecer con claridad el perfil de esta carrera es mucho más complejo que en los casos anteriores.

Esto puede ser por dado por la falta de documentos fundamentales, como sí ha sido posible encontrar para los capítulos anteriores, o (reconocemos) que posiblemente fue por nuestro paradigma de inicio, en que esperábamos encontrar documentos que relacionaran claramente la Ingeniería de Sistemas con la Teoría General de Sistemas.

Como Comisión, creemos que mas allá del análisis inicial aquí presentado, aún es posible (y necesario) una contribución significativa de aquellos especialistas que pudieran aportar para un mejor entendimiento de esta profesión a nivel internacional. Esto servirá de marco de referencia para la Ingeniería de Sistemas que debemos tener en neutro país.

3.1 La Visión de Sistemas (ISSS)

Empezamos por este tema, pues el punto de partida que usualmente empleamos en nuestro ambiente académico e incluso profesional.

Pensamiento Sistémico

El pensamiento sistémico se refiere a la capacidad de observar una situación e integrar diversos elementos observados, identificando la relación entre ellos, las estructuras que lo conforman, la dependencia y su relación con el entorno. La filosofía del pensamiento sistémico se basa en la posición holística (global) sobre un sistema y su contexto.

Sobre el Pensamiento Sistémico, se encuentra un texto más completo al respecto en la página web del Instituto Andino de Sistemas.

Sin embargo, es interesante notar que este pensamiento fue formado por especialistas provenientes de distintas disciplinas, interesados en desarrollar nuevas formas de explicación y comprensión de la realidad.

Otro aspecto que no podemos dejar de observar, es que los trabajos más destacados o clásicos en este campo hacen una referencia tangencial a la Ingeniería de Sistemas.

3.2 Ingeniería de Sistemas (INCOSE)

Desde otra perspectiva, una referencia muy importante hoy, es la dada por el *International Council on System Engineering* (INCOSE). En su página web encontramos una breve historia de la profesión.

Breve historia de la Ingeniería de Sistemas[21]

> El término Ingeniería de Sistemas se origina en los laboratorios de Bell Telephone a inicios de los años 40 [Schlager[Schlager, 1956; Hall, 1962; Fagen, 1978]. Fagen [1978] rastreó el concepto de Ingeniería de Sistemas dentro de los laboratorios de Bell hasta inicios de los 1900s y describe usos importantes de la ingeniería de sistemas durante la Segunda Guerra Mundial. Hall [1962] afirma que la primera tentativa de enseñar la ingeniería de sistemas tal como la conocemos hoy fue en el año 1950 en el MIT por el Sr. Gilman, Director de Ingeniería de Sistemas en Bell.
>
> Hall [1962] definió la ingeniería de sistemas como una función con cinco fases: (1) estudios del sistema o planeamiento del programa; (2) planeamiento exploratorio, el cuál incluye la definición del problema, selección de objetivos, síntesis del sistema, análisis del sistema, selección del mejor sistema, y comunicar los resultados; (3) planeamiento del desarrollo, que repite la fase 2 en mayor detalle; (4) estudios durante el desarrollo, que incluye el desarrollo de partes del sistema y la integración y pruebas de esas partes; y (5) ingeniería en curso, que es la que se da cuando el sistema está operacional y está siendo refinado.
>
> La corporación RAND fue fundada en 1946 por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos y creo el *Análisis de Sistemas*, que es ciertamente una parte importante de la ingeniería de sistemas.
>
> El Departamento de Defensa introdujo la palabra ingeniería de sistemas a finales de la década de 1940 con el desarrollo inicial de los misiles y sus sistemas de defensa [Goode and Machol, 1957].
>
> Paul Fitts dirigió la asignación de las funciones de sistemas a los elementos físicos de los sistemas a finales de los años 1940s y a inicios de los 1950s [Fitts, 1951].
>
> ©2000 Dennis Buede, The Engineering Design of Systems: Models and Methods, John J. Wiley &Sons.

En la web de INCOSE existe una sección dedicada a los pioneros de esta profesión. En ella encontramos una referencia interesante.

> El Dr. A. Wayne Wymore fundo el primer Departamento Académico de Ingeniería de Sistemas en el mundo en la Universidad de Arizona en 1960. El fue el pionero en la Ingeniería de Sistemas basada en las matemáticas y luego lidero el cambio hacia la Ingeniería de Sistemas basada en los modelos. El fue un temprano y fervoroso partidario del fomento de INCOSE. El lideró la auto-evaluación en la educación en Ingeniería de Sistemas, y continua siendo uno de los más prominentes teóricos de la comunidad de Ingeniería de Sistemas. En adición a sus labores de enseñanza, escritos y actividades como consultor, ha

[21] http://www.incose.org/mediarelations/briefhistory.aspx

participado gratuitamente en proyectos para brindar un enfoque de ingeniería de sistemas a las organizaciones de servicio social. [22]

Una importante información se presenta en ***Why Systems Engineering Is a Separate Engineering Discipline*!** [23] en la que se señala los programas de pre y post grado en el campo de Ingeniería de Sistemas.

Esta situación tan singular, que existan más programa de postgrado que de pregrado, confirma la aserción de que muchos programas de postgrado convocan a profesionales provenientes de diversos campos de la ingeniería, incluso a graduados provenientes de otros campos distintois a la ingeniería.

Systems Engineering Programs[1]

University	Degree
Auburn Univ.	B.S. Industrial and Systems Engineering*
Case Western Reserve Univ.	B.S. in Systems and Control Engineering*
George Mason Univ.	B.S. in Systems Engineering*
George Washington Univ.	B.S. in Systems Analysis and Engineering*
Kansas State University	B.S. in Manufacturing Systems Engineering
Oakland Univ.	B.S. in Systems Engineering*
Ohio State University	B.S. in Industrial and Systems Engineering*
Ohio University	B.S. in Industrial and Manufacturing Systems Engineering*
San Jose State University	B.S. in Industrial and Systems Engineering*
U.S. Military Academy	B.S. in Systems Engineering*
U.S. Naval Academy	B.S. in Systems Engineering*
Univ. of Alabama, Huntsville	B.S. in Industrial and Systems Engineering
Univ. of Arizona	B.S. in Systems Engineering*
Univ. of Florida	B.S. in Industrial and Systems Engineering*
Univ. of Michigan, Dearborn	B.S. in Industrial and Manufacturing Systems Engineering*
Univ. of Pennsylvania	B.S. in Systems Science and Engineering*
Univ. of Southern California	B.S. in Industrial and Systems Engineering*
Univ. of Virginia	B.S. in Systems Engineering*
Virginia Polytechnic Univ.	B.S. in Industrial and Systems Engineering*
Washington Univ.	B.S. in Systems Science and Engineering*
Youngstown State Univ.	B.S. in Industrial and Systems Engineering*

University	Degree
Air Force Institute of Technology	M.S. Systems Engineering*
University of Alabama, Huntsville	M.S.E., Ph.D. Industrial and Systems Engineering
University of Arizona	M.S. Systems Engineering, Ph.D. Systems and Industrial Engineering
Auburn University	M.S. Manufacturing Systems Engineering, M.E., M.S., and Ph.D. Industrial and Systems Engineering
Case Western Reserve University	M.S., Systems and Control Engineering, Ph.D. Engineering
University of Florida	M.S. Industrial and Systems Engineering
George Mason University	M.S. Systems Engineering, M.S. Urban Systems Engineering
Iowa State University	M.S. Systems Engineering
Louisiana Tech University	M.S. Manufacturing Systems Engineering
University of Maryland, College Park	M.S., M.E., Institute for Systems Research
New Jersey Institute of Technology	M.S. Manufacturing Systems Engineering
Oakland University	M.S., Ph.D. Systems Engineering
Ohio State University	M.S., Ph.D. Industrial and Systems Engineering
Ohio University	M.S. Industrial and Manufacturing Systems Engineering
University of Pennsylvania	M.S., Ph.D. Systems Engineering
University of Pittsburgh	M.S. Manufacturing Systems Engineering
Rensselear Polytechnic University	M.S. Manufacturing Systems Engineering, M.S., Ph.D. Computer and System Engineering
Rutgers, The StateUniversity	M.S., Ph.D. Industrial and Systems Engineering
University of South Florida	M.S.I.E., M.S.E.M., M.I.E., M.E., M.S.E.; Dept. of Industrial and Management Systems Engineering
University of Southern California	M.S., Ph.D. Industrial and Systems Engineering
University of Southern Colorado	M.E. Industrial and Systems Engineering
University of Virginia	M.S.,M.E., Ph.D. Systems Engineering
Virginia Polytechnic and State University	M.S. Systems Engineering, M.S.&M.E. Industrial and Systems Engineering, Ph.D., Industrial and Systems Engineering

[1] Brown, D.E. and Scherer, W.S. "A Comparison of Systems Engineering Programs in the United States ",*IEEE Systems, Man, and Cybernetics*, forthcoming.

21 Undergraduate Programs
23 Graduate Departments
47 Graduate Degree Programs
*** ABET accredited**

Una referencia creemos muy importante, es la presentación "Systems Engineering Overview" que muy destacados profesionales y también miembros de INCOSE (Kart Arunski, James Martin, Phil Brwn y Dennos Buede), ofrecieron al *Texas Board of Professional Engineers* en setiembre de 1999. En la referida presentación se marco la diferencia entre la Ingeniería de Sistemas, Ingeniería de Componentes e Ingeniería de Software, acontinuación les ofrecemos algunas láminas:

Para hacer más explicta la relación entre la Ingeniería de Sistemas con las demás disciplinas de la ingeniería, en la siguiente lámina se muestra de manera más clara la delimitación entre ambas.

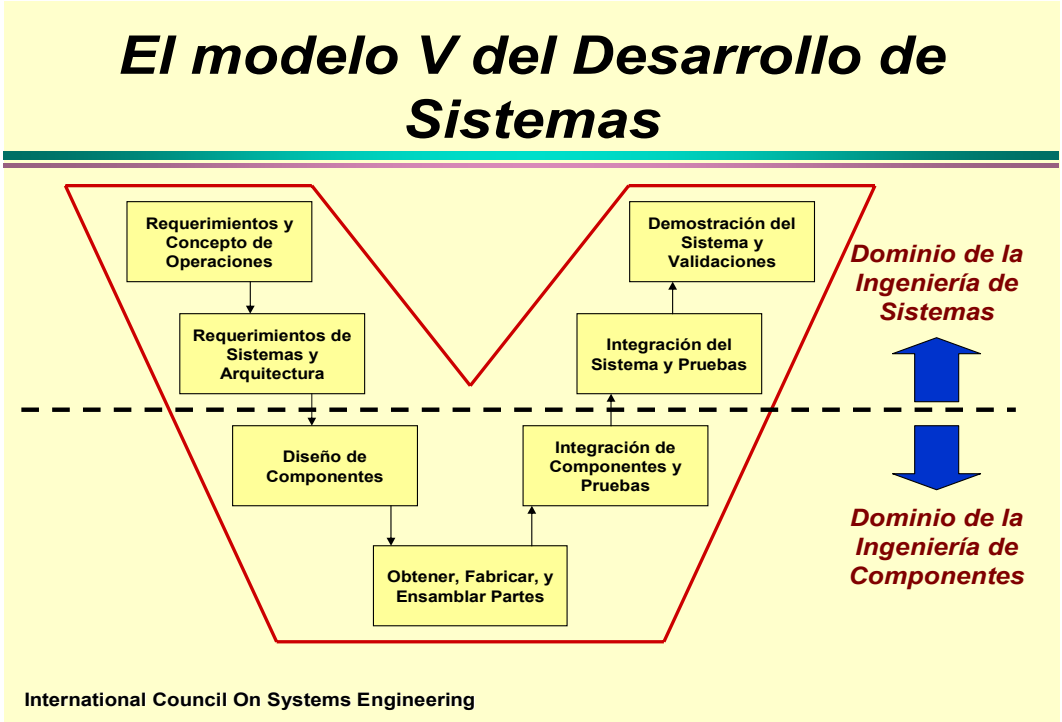
---

[22] http://www.incose.org/about/hall/pioneers.aspx

[23] Presentación ante el Texas Board of Professional Engineers, por Karl Arunsk, P.E.; James Martin; Phil Brown, P.E.; Dennis Buede. Setiembre 10, 1999.



Asimismo, la siguiente lámina nos permite visualizar las actividaes del desarrollo de un sistema, que corresponden al dominio de la Ingeniería de Sitemas y la Ingeniería de Componentes.



La siguiente lámina nos muestra como se ha difundido el enfoque sistémico y ha devenido en la creación de la especialidad de Ingeniería de Sistemas en las universidades de los Estados Unidos de Norte América.

Difusión del enfoque de Sistemas[1]

- **Proponentes tempranos**
  - Research and Development Corporation (RAND)
  - Robert McNamara (Secretaría de Defensa)
  - Jay Forrester (Modelamiento de Sistemas Urbanos MIT)
- **Crecimiento de las citas en Ingeniería de Sistemas (Engineering Index)**
  - Nulo en 1964
  - Una página en 1966
  - Ocho páginas en 1969
- **Nueve Universidades Ofrecían programas de Ingeniería de Sistemas en 1964**

1) Hughes, Thomas P., *Rescuing Prometheus*, Chapter 4, pps. 141-195, Pantheon Books, New York, 1998.

International Council On Systems Engineering

En la presentación también se mostró las diferentes perspectivas que se tienen respecto de la Ingeniería de Sistemas y como de ser un modo de pensar, con el paso del tiempo se ha constituido en una disciplina de la Ingeniería.

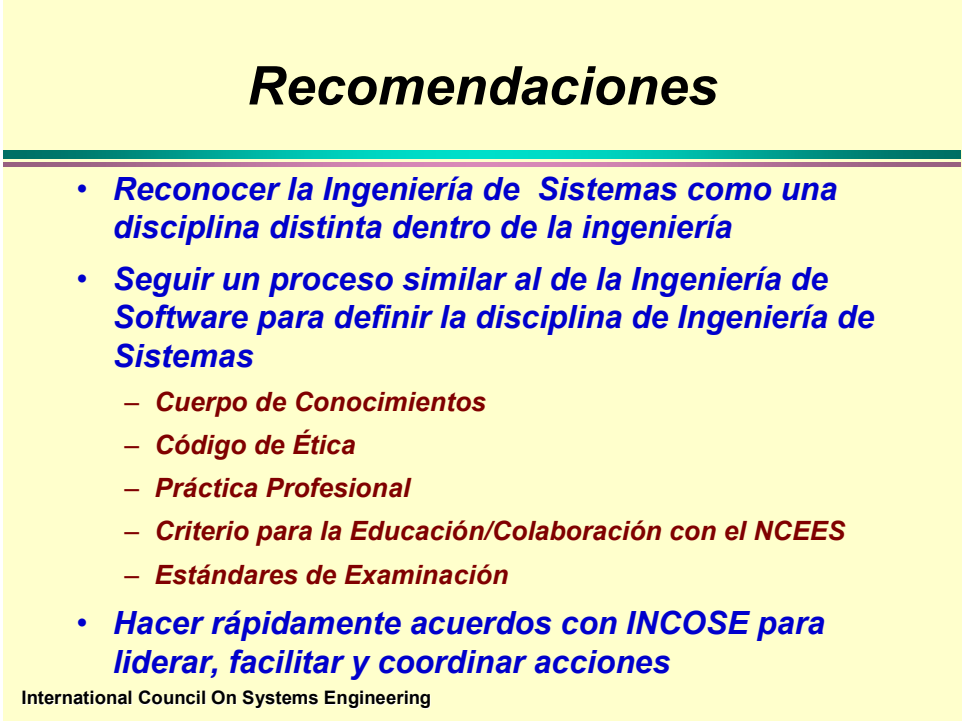
Dos Perspectivas en Ingeniería de Sistemas (SE)

- **Es un modo de pensar**
  - Practicada por los ingenieros senior con entrenamiento en el trabajo
  - Es único para el producto/industria de la empresa de ingeniería
  - Debe ser enseñada dentro de otras disciplinas de ingeniería
  - Los fundamentos científicos y su cuerpo de conocimientos tienen una comunidad que cruza los productos/industria pero no son únicos para la SE
  - Los equipos de SE tienen ingenieros de todas las disciplinas
- **Es una disciplina de la Ingeniería**
  - Tiene fundamentos científicos que cruzan muchas otras disciplinas de Ingeniería
  - Tiene un cuerpo de conocimientos separado de otras disciplinas
  - Puede enseñarse separadamente de otras disciplinas en una escuela de ingeniería
  - En los equipos de SE existen roles separados para un producto especifico

tiempo →

International Council On Systems Engineering

Tal como se puede apreciar en la siguiente lámina, la presentación concluye con recomendaciones muy significativas respecto a reconocer a la Ingeniería de Sistemas como una disciplina de la Ingeniería.



Asimismo, INCOSE presenta la definición de sistemas citando a Rechtin y la definición de Ingeniería de Sistemas de la siguiente manera:

> "Un **sistema** es una construcción o una colección de diversos elementos que juntos produzcan los resultados no obtenibles por los elementos individualmente. Los elementos, o las piezas, pueden incluir la gente, el hardware, el software, instalaciones, políticas, y documentos; es decir, todas las cosas requeridas para producir resultados del nivel de sistemas. Los resultados incluyen calidades, propiedades, características, funciones, comportamiento y funcionamiento del nivel de sistema. El valor añadido por el sistema en su totalidad, más allá de la contribución individual de las piezas, es creada sobre todo por la relación entre las piezas; es decir, cómo se interconectan (INCOSE, 2005a).
>
> La **Ingeniería de Sistemas** es un acercamiento interdisciplinario y significa permitir la realización de sistemas exitosos. Se centra en definir las necesidades de los clientes y funcionalidad requerida en las primeras etapas del ciclo de desarrollo, documentando requisitos, luego procediendo con la síntesis del diseño y la validación del sistema manteniendo una visión completa del problema (INCOSE, 2005b).
>
> La **Ingeniería de Sistemas** integra a todas las disciplinas y grupos de la especialidad en un esfuerzo de equipo que forma un proceso de desarrollo estructurado que proceda desde el concepto hasta la producción para la operación. La ingeniería de sistemas considera el negocio y las necesidades técnicas de todos los clientes con la meta de

> proporcionar un producto de calidad que resuelva las necesidades del usuario" (INCOSE, 2005b).

Adicionalmente, INCOSE viene trabajando un documento base sobre el cuerpo de conocimiento de la ingeniería de sistemas denominado SEBoK (*System Engineering Body of Knowledge*), pero no se ha encontrado mayor información de su progreso. Sin embargo para tener una idea del trabajo que realizan los profesionales de Ingeniería de Sistemas, se presenta una lista de los proyectos ejecutados por ellos según INCOSE (INCOSE, 2005c).

- Participar en el diseño y construcción de la próxima generación de avión comercial.
- Diseñar servicios de red necesarios para un sistema de comunicación celular.
- Desarrollar un satélite de comunicaciones.
- Desarrollar y lanzar un satélite de la NASA como el JIMO (*Júpiter Icy Moons Orbiter*).
- Trabajar en el proyecto de diseño para construir un equipo médico para desfribilización.
- Desarrollar la arquitectura del Sistema de Combate Futuro de la Armada de USA que comprende diversos tipos de vehículos, sistema de comunicaciones, soldados y distribución.
- Ejecutar la simulación de una propuesta de concepto operacional para un nuevo producto.

Council of Engineering Systems Universities (CESUN)

Otra imporatnte fuente de información sobre este tema la da el *Council of Engineering Systems Universities (CESUN).*

> El *Council of Engineering Systems Universities* (CESUN) fue establecido en el 2004 por universidades que ofrecen programas educativos y de investigación en ingeniería de sistemas. El número de miembros de CESUN supera las 30 universidades en América del Norte, Europa, Asia, y Australia. El Concilio provee un mecanismo a las universidades miembro para trabajar conjuntamente en el desarrollo de la ingeniería de sistemas juntos como un nuevo campo de estudio. Un objetivo global del Concilio es ampliar la educación y práctica de la ingeniería.

Las actividades primarias de CESUN son:

- Debatir los aspectos críticos que afectan el desarrollo del a ingeniería de sistemas
- Emprender en conjunto Proyectos de interés mutuo
- Compartir material educativo

- Proveer una central que informe a los estudiantes de PhD con las oportunidades de integrarse a la docencia
- Organizar reuniones, simposios y conferencias
- Trabajar con las sociedades profesionales relacionadas y con las revistas y publicaciones profesionales

La Ingeniería de Sistemas es un campo de estudio interdisciplinario nuevo que envuelve a la tecnología, la administración y las ciencias sociales. Abarca actividades en las áreas siguientes:

- Ingeniería de Sistemas
- Tecnología Política
- Ingeniería, Administración, Innovación, Emprendimiento
- Sistemas y Análisis de Decisiones, Investigación de Operaciones
- Manufactura, Desarrollo de Productos, Ingeniería Industrial

Interacciones con otras Sociedades Profesionales

- CESUN trabaja con otras sociedades profesionales relacionadas con la Ingeniería de Sistemas. Las principales sociedades son:
- INCOSE-International Council on System Engineering (www.incose.org)
- INFORMS- Institute For Operations Research and Management Science (www.informs.org)
- IEEE – Institute of Electronic and Electrical Engineering (www.ieee.org)
- IIE – Institute of Industrial Engineers (www.iienet.org)

El propio desarrollo que ha experimentado la Ingeniería de Sistemas, en nuestro medio académico y profesional se ha visto distorsionado y limitado por la tendencia a desarrollar temas ligados a los campos que hoy se encuentran en la computación/informática, sin embargo debe señalarse que este sesgo ha contribuido a mostrar la necesidad de diferenciar los diferentes campos de acción de estas disciplinas.

Así, en la presentación del Dr. Daniel Hastings[24] del *MIT Engineering Systems Division*, que hizo en la reunión de CESUN en Georgia Tech el pasado diciembre del 2005, una de sus láminas ilustra la base en la Teoría de Sistemas pero también el tremendo avance conceptual y metodológico que a lo largo de los años se ha alcanzado para un campo de aplicación como el de la industria aeronáutica.

---

[24] Fall CESUN meeting at Georgia Tech held on December 15-16 2005.
www.cesun.org/index.pl?id=2273&isa=Category&op=show
Visitado 05 junio 2006



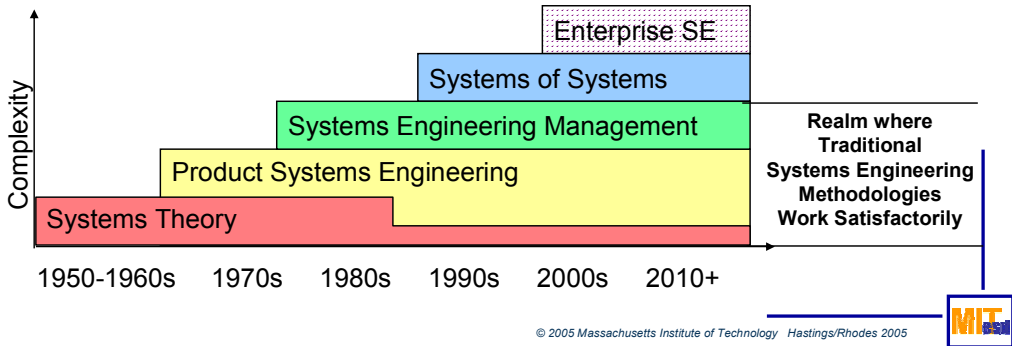
Evolution of SE in Aerospace Industry

Traditional SE practices, while suitable for some situations, are not sufficient for systems of systems

Reference: AF Scientific Advisory Board Study on System of Systems Engineering, 2005 (in approval for release)

Thought leadership is needed for evolving SoS/ESE systems engineering approaches and how to transform current education

Research is required to evolve new methodologies and tools for performing SoSE



En esa presentación el Dr. Daniel define:

> La INGENIERÍA DE SISTEMAS es un campo de estudio que tiene un enfoque integrador y holístico de los sistemas de gran tamaño, complejos, habilitados tecnológicamente, y con un significante nivel de interacción empresarial e interfases socio-técnicas.

En dicha reunión de CESUN, en Georgia Tech, también se establecen algunos otros importantes conceptos acerca de la ingeniería de sistemas:

Fundamentos y Dominio

Algunos de los panelistas analizaron el campo en términos de los dominios existentes a los que intersecta. Ésta es una búsqueda de los pilares de estudio que dan soporte a nuestro campo. Dan Hastings propuso cuatro pilares:

- Investigación de Operaciones
- Ingeniería de Sistemas y Arquitectura de Sistemas
- Tecnología y política
- Ingeniería Administrativa

Ron Howard enumeró probabilidades, análisis de decisión, economía, optimización, dinámica, modelos y computación[25], y personas.

Además, los panelistas y los asistentes contribuyeron a los esfuerzos por lograr la unión de ideas que traigan una diferenciación a nuestro campo: la diferencia entre la investigación axiomática y la empírica (el Newton contra Darwin), la diferencia entre las leyes físicas y las regularidades del sistema, la diferencia entre reglas predictivas y el comportamiento emergente (bioingeniería contra la psicología), la diferencia entre la racionalidad sustancial y la racionalidad procedural (qué son nuevos términos para nosotros), y la diferencia entre una perspectiva del actor y una perspectiva del sistema.

Finalmente, cabe hacer referencia a los propios centros donde se forman los ingenieros de sistemas; las universidades. Una de las más prestigiosas en el campo de la ingeniería es el MIT. En ella encontramos justamente al *MIT Engineering Systems Division* con una actividad y dinámica notables, de la cual resaltaremos sólo unas referencias creemos ilustrativas.

> ESD MIT
>
> Center for Engineering Systems Fundamentals (CESF): *The Beginnings*
>
> Dick Larson, Tuesday, September 20, 2005
>
> Algunas sentencias acerca de CESF
>
> Nosotros creemos que este centro establecerá a la Ingeniería de Sistemas como un nuevo comprensivo enfoque para los problemas de ingeniería de gran escala, un enfoque transformativo que se extiende más allá de las usuales temas de la ingeniería tecnocratica, para considerar también ampliamente los temas sociales. La facultad de ESD es bastante diversa y representa la especialización en muchas ciencias sociales así como en virtualmente todas las ramas de la ingeniería.
>
> Este campo ve la ingeniería diseño y análisis de los sistemas de gran escala, mientras incorpora aspectos importantes de las ciencias sociales en las consideraciones más usuales de las ingenierías técnicas. El CESF también examina la cultura de la ingeniería de diseño, por ejemplo en el uso de incertidumbre; en lugar de utilizar el enfoque de la ingeniería usual para minimizar el riesgo debido a la incertidumbre nosotros necesitamos también examinar cómo aumentar al máximo la oportunidad creada por la incertidumbre.
>
> Investigación fundamental en Arquitectura de Sistemas
>
> Prestado de la Ingeniería de Software: Una arquitectura es un armazón (framework) para la introducción disciplinada del cambio. Ésta también es una definición bastante buena del diseño. La diferencia entre los dos es que el diseño, en la forma en que nosotros normalmente usamos la palabra, aplica a un solo producto, mientras la arquitectura aplica a una familia de productos.

[25] Aquí el término computación se refiere al uso de computadoras como herramienta para la simulación de sistemas dinámicos y no alude a todo el amplio campo de la Computación/Informática.

Como podemos apreciar de estas someras referencias, existe hoy un desarrollo muy amplio y sofisticado de la Ingeniería de Sistemas, en donde la necesidad de desarrollar cada vez más complejos sistemas en ingeniería es el motor promotor y la base histórica en la Teoría General de Sistemas ha dado paso al desarrollo de un marco teórico propio de esta disciplina de la ingeniería.

Systems Engineering Initiative de INCOSE en ABET

La Comisión debe señalar que si bien la iniciativa iniciada por INCOSE a comienzos de lo 90, busca justamente posicionar la Ing. de Sistemas como una profesión independiente dentro de las disciplinas de la ingeniería, el mismo concepto tan genérico e inclusivo de "sistemas" ha originado una situación bastante compleja sobre el uso de este término en los programas de Ing. de Sistemas o relacionados.

Debido a que INCOSE tomó la iniciativa de proponerse ante ABET (*Accreditation Board on Engineering and Technology*) como la sociedad profesional líder para la acreditación de la carrera de Ing. de Sistemas, ha surgido en el seno de esta organización acreditadora una importante discusión al respecto.

Señalaremos como un hecho muy significativo el que actualmente los programas de Ing. de Sistemas son acreditados hasta por 8 distintas sociedades profesionales miembros de ABET. La razón de ello es que en muchas disciplinas de la ingeniería, el desarrollo que han alcanzado y la complejidad de los problemas que abordan (por ejemplo en transporte, telecomunicaciones, manufactura, bioingeniería, etc.) ha conducido a la aparición de programas del tipo "Ing. de Sistemas y XX" o de la forma "Ing. XX y Sistemas" (p.e.: existen 14 programas acreditados como *"Industrial and Systems Engineering"*).

Es por ello que en este momento existe una situación todavía no resuelta, ya que estas 8 sociedad profesionales miembros de ABET y la postulante INCOSE han manifestado distintos puntos de vista sobre:

- si debe existir una sociedad líder en acreditación de Ingeniería de Sistemas o mantener el status de varias sociedades actuado en la medida del "sabor" de la Ingeniería de Sistemas
- si debe existir un criterio específico sobre lo que es Ingeniería de Sistemas o mantener un criterio "ad-hoc" (es decir, cada acreditación se resuelve en función de la consistencia del planteamiento del programa)
- si se necesita incorporar INCOSE a ABET o no.

Toda esta discusión se encuentra muy bien documentada en la página web de ABET [26]y es muy recomendable su análisis detallado. Como ilustración, podemos presentar un extracto de la posición de la IEEE, importante socieda miembro de ABET, la cual a través de Moshe Kam (Vice President for Educational Activities), expuso el abril último:

[26] ABET: *Systems Engineering Initiative*

http://www.abet.org/systems.shtml

... As we indicated in our previous letter to you, the term Systems Engineering does not yet describe a well-defined field of study that transcends traditional disciplinary boundaries (unlike other cross-disciplinary areas in engineering, such as Biomedical Engineering or Mechatronics). Rather, the title Systems Engineering is being used at present loosely, and it describes in different contexts unrelated curricula in areas such as (1) information systems and operations research; (2) engineering management; (3) industrial engineering; (4) control and dynamic systems; (5) military planning and project management; (6) modeling and simulation; and even (7) computer science and (8) information technology. In addition, there are several Systems Engineering curricula that are best described as General Engineering programs, and a number of special cases (e.g., a Systems Engineering program or two in computer vision and autonomous navigation). The name Systems Engineering hardly describes a well defined discipline or an emerging discipline, and the number of programs that are likely to seek a stand-alone "pure" Systems Engineering focus appears at the present time to be very small. Under these circumstances we continue to doubt that there is a need for a Lead Society, as described in ABET's bylaws, for Systems Engineering programs.

...

We do not believe that the large majority of Systems Engineering programs (or even a sizable minority) have developed or are likely to develop in the foreseeable future philosophy and curricula that are so distant from existing programs so as to justify treating them as a separate discipline with its own Lead Society and program criteria. We believe that Systems Engineering programs which are primarily in control and dynamic systems can be handled by IEEE and ASME (depending on the program's flavor); programs that are essentially in information technology can be handled by CSAB, etc. We do not believe that ABET Member Societies suffer from knowledge gaps that mandate the addition of new Member Societies specifically to address Systems Engineering ...

4. TÉRMINOS Y CONCEPTOS EN LATINOAMÉRICA

En el campo de la Ingeniería y la Computación/Informática, existen en el mundo desarrollado dos grandes corrientes, que por llamarlas de alguna manera general, las denominamos como la anglomericana y la europea (continental). Si bien ambas corrientes tienen muchos aspectos en común (ya que al final se trata de los mismos temas), la manera como se conceptúan ciertos aspectos y la diferente denominación que se da en algunos temas es lo que establece una diferencia significativa.

Históricamente los países latinoamericanos nos hemos encontrado influenciados por ambas corrientes, y hemos introducido (o adaptado) conceptos de ambas corrientes en nuestro acerbo idiomático y cultural, mayormente sin hacer distingo (consciente) de su origen. Y muchas veces el problema que hoy padecemos es tratar de conciliar adopciones parciales (de conceptos o de términos) que si bien tienen un sentido coherente en el marco de una de esas corrientes, presentan serias contradicciones cuando se combinan aviesamente.

Otro de los problemas que afrontamos, es una (entendible) actitud de búsqueda de referencias firmes y estables, que alcancen la categoría de verdades inconmovibles y nos brinden seguridad (y tranquilidad) en nuestra actividad profesional. Debemos entender que la Ingeniería moderna tiene poco más de siglo y medio y la Computación/Informática sólo medio siglo y lo que las caracteriza es precisamente el dinamismo y el cambio constantes. En ese sentido, en nuestro medio a veces asumimos algunos conceptos con un sentido más absoluto que con el que se emplean en sus propios ámbitos de origen.

Antes de la globalización producida por la Internet, podíamos vivir más cómodamente en un entorno nacional en que el conjunto de las adopciones de conceptos y términos (y sus adecuaciones) no se cuestionaban, excepto por aquellos que viajaban sobretodo a estudiar o capacitarse en estos campos. El costo de adaptación y reinterpretación era de pocos.

Hoy nos encontramos con una situación casi caótica. Aún dentro de nuestros límites nos encontramos cuestionados en el empleo de conceptos y términos que ayer nos parecían inamovibles. Y sobre todo, las nuevas generaciones de profesionales y de estudiantes encuentran desconcertados que el mundo que observan a través de Internet les es difícilmente comprensible bajo las enseñanzas tradicionales todavía recibidas.

Por ello es necesario que entendamos más de ambas corrientes e incluso, cuando debamos adoptar por opciones, lo hagamos concientes que aún así debemos conocer y entender la otra, para así poder comunicarnos adecuadamente con cada una y aprovechar para nosotros lo mejor de ambas ellas, sin exclusiones.

Por ello, a la par de discutir algunos aspectos idiomáticos, queremos también señalar algunas diferencias de conceptos que van más allá de ese aspecto.

4.1 ¿Son sinónimos “Computación” e “Informática”?

A veces encontramos que con la (buena) intención de resolver alguna dificultad de interpretación o entendimiento de términos en el idioma español, se recurre al DRAE (Diccionario de Real Academia Española) como la fuente final para zanjar la discusión.

No vamos a siquiera intentar menoscabar la autoridad que tiene el DRAE sobre el empleo del idioma español. Pero si es necesario recordar al lector, que este diccionario también nos enseña que existen diversas **normas** del idioma español. Así, sobre una base común que permite que nos entendamos más de 300 millones de personas que hablamos este idioma en todo el mundo, existen términos propios de cada país. Así tenemos p.e. palta y aguacate, ómnibus y camión, papaya y lechoza, papa y patata, maíz y elote, y un largísimo etc.

Americanismos e Hispanismos

Lo que particularmente queremos resaltar es que, además de los términos propios de cada país, como son los peruanismos, los mexicanismos, etc., existe una categoría más general que son los americanismos. Estos engloban a aquellas palabras que provienen de países americanos y/o son usadas principalmente en estos países.

Frente a ello tenemos otros vocablos que son empleados principalmente en el español hablado en España. Estos vocablos son denominados hispanismos o a veces españolismos.

Extranjerismos

Otro aspecto a recordar es que el idioma español se enriquece en forma constante con vocablos que provienen de una lengua extranjera. Así, términos como transistor, televisión y microprocesador, han sido primero acuñados en el idioma inglés y luego adaptados al español, facilitándose este proceso cuando compartimos con este ciertas raíces latinas y griegas.

En particular, conocemos como **anglicismos** a ese conjunto de vocablos que empleamos en nuestro idioma y que provienen del idioma inglés. Y **galicismos** son los vocablos que hemos incorporado a nuestro idioma, pero que originalmente provienen del idioma francés.

De esta manera, podemos establecer que:

Computación: es un término válido del idioma español, reconocido por el DRAE, que es un anglicismo por su procedencia, y que además es un americanismo, ya que se emplea frecuentemente en los países del continente americano.

Informática: es un término válido del idioma español, reconocido por el DRAE, que es un galicismo por su procedencia, y que en un comienzo (década de los 60 y 70) era un hispanismo pero actualmente se ha extendido su uso en nuestros países.

Si consultamos ahora al DRAE, encontramos:

> **computación**. (Del lat. computatĭo, -ōnis).
>
> 1. f. cómputo.
>
> 2. f. Am. informática.
>
> **informática**. (Del fr. informatique).
>
> 1. f. Conjunto de conocimientos científicos y técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de ordenadores.

Es decir, el día de hoy formalmente **Computación** e **Informática** son **sinónimos** en el idioma español.

Connotaciones semánticas de Computación e Informática en el español americano.

En el idioma español, como ha ocurrido en el idioma portugués hablado en Brasil [27], si bien los vocablos Computación e Informática son sinónimos en principio, sin embargo en su empleo han desarrollado una ligera diferenciación de significado.

Así, se emplea computación cuando se quiere asociar a aspectos más técnicos o científicos, como en "algoritmos computacionales" o "ciencias de la computación" , y se emplea informática cuando hacemos referencia a las aplicaciones o temas más afines a los usuarios, como en "aplicaciones informáticas" o en "Informática Jurídica" o en "Derecho Informático".

4.2 Traducción de Términos de la *Computing Curricula 2005*.

Una verdad que todos sabemos, pero que a veces olvidamos al momento de discutir una temática, es que los términos usados tienen un significado y que estos pueden variar desde su acepción inicial hacia una acepción actual; lo que ratifica la idea de que las lenguas están vivas y que evolucionan (cambian) continuamente.

También sabemos que la traducción es un proceso que implica necesariamente una comprensión del texto en su contexto, para que lo traducido exprese la idea original. Sin embargo, a pesar de todo el cuidado que se le ponga, la traducción puede resultar confusa porque ella está sometida a una semántica y contexto propio (en el otro idioma).

Esta situación es la que ha pasado en cierto modo en nuestro país e incluso en nuestra región con los distintos términos empleados en el campo de las computadoras, el software y los sistemas. A continuación, se presenta una breve explicación de algunos términos, lo que pudo haber pasado con ellos y como será abordado en el informe.

Computer, este término se traduce como **computadora** y no hay mayor duda al respecto. El Diccionario de la Real Academia Española (DRAE 2005) señala que una

---

[27] Esta observación fue expuesta por el profesor Daltro Nunes en el CLEI 2003 realizado en Arequipa.

"computadora electrónica" es "una máquina electrónica, analógica o digital, dotada de una memoria de gran capacidad y de métodos de tratamiento de información, capaz de resolver problemas matemáticos y lógicos mediante la utilización automática de programas informáticos". Además, la DRAE presenta otra definición que se da por comparación respecto al de computadora personal, y existe una propuesta de ajustes a dichos términos que se puede apreciar en la página web de la DRAE.

Software, es un término informático, un anglicismo, que refiere al conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora (DRAE 2005).

Hardware, es un término informático, un anglicismo, que refiere al conjunto de componentes que integran la parte material de una computadora (DRAE 2005).

Computing, este término se traduce como computación y que en la *Computing Curricula Overview 2005* se presenta de la siguiente manera:

> "De manera general, podemos definir la computación (*computing*) como cualquier actividad que está finalmente orientada a obtener beneficios de, requerir o crear computadoras. Así que, computación incluye: diseño y construcción de sistemas hardware y software para una gran cantidad de propósitos; procesamiento, estructuración y administración de varias clases de información; hacer estudios científicos usando computadoras; hacer que los sistemas de computadoras se comporten de manera inteligente; crear y usar medios de comunicación y de entretenimiento; encontrar y recolectar información relevante para algún propósito en particular, y así sucesivamente. La lista es virtualmente interminable, y las posibilidades son muchas. Computación también tiene otros significados que son más específicos, basados en el contexto en el que el término es usado. Por ejemplo, un especialista en sistemas de información verá la computación de forma distinta a la de un ingeniero de software. Sin tomar en cuenta el contexto, hacer computación puede ser igualmente complicada y dificultosa. Debido a que la sociedad necesita gente que haga buena computación, debemos pensar en la computación no sólo como una profesión sino como una disciplina".

Quizás uno de los usos más significativos es en el nombre de la ACM (*Association for Computing Machinery*) la primera sociedad en computación.[28]

Computation (computational), este término se traduce como "**computación (computacional)**" haciendo una clara referencia a la naturaleza de cálculo que originalmente se le da a este término en la literatura técnica inglesa.

---

[28] Existe una interesante historia registrada en *IEEE Annals of the History of Computing* citado por Walter F. Bauer (Bauer, 1996), donde señala que ACM intentó cambiar su nombre a *Society for Informatics*. Esto no fue aceptado por los dueños legales de la empresa *Informatics, Inc.* quienes habían registrado el nombre, alegando que dicha palabra constituía un activo importante para los accionistas de esa empresa, fundada en el año 1962.

Computación, del Latín *computatio*, -*onis*. Tienen dos acepciones, una relacionada al cómputo (derivado del Latín *computus*) que refiere a cuenta o cálculo, y otra señala que es un americanismo, equivalente a Informática que refiere al conjunto de conocimientos científicos y técnicos que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de ordenadores (DRAE 2005). Es importante señalar que en las versiones anteriores al año 2000 no existía la segunda acepción del término computación como informática en este mismo diccionario.

Para muchas organizaciones y personas, de nuestro continente, computación no es lo mismo que informática y basan su posición en la naturaleza de cada término: computación se basa en el cálculo, la lógica algorítmica y las aplicaciones científicas y técnicas que de ellas se deriven, tomando como base el computador, mientras que informática se refiere al tratamiento automático de la información para optimizar y hacer más eficientes los procesos de gestión y operación.

La Comisión considera que la fuerza del uso llevará a establecer que informática será un sinónimo de computación. Sin embargo, el concepto de computación debería asociarse al de *Computing* y no al de *Computer Science*. Este tema seguirá siendo sujeto de discusión, pero que en realidad no debería ser el tema central.

La comisión considera que la discusión sobre el empleo de las denominaciones no concluye con estas referencias. En particular se deberá considerar que el término *informatics* se está utilizado de manera cada vez más intensa en el idioma inglés (p.e. *Bioinformatics, Medical Informatics*, etc.). Una referencia empírica muestra que una búsqueda en internet arroja 1,060 millones de referencias para "computing" pero ya alcanza 111 millones de referencias para "informatics".

4.3 Nombre en Español de las Disciplinas de la *Computing Curricula*.

Los nombres de las tres disciplinas cuyas traducciones tienen aceptación general son:

Ingeniería de Software por *Software Engineering*.
Tecnología de Información por *Information Technology*.
Sistema de Información por *Information System*.

Los dos nombres de las disciplinas cuyas traducciones causan cierta discrepancia son:

Computer Science, y
Computer Engineering.

Computer Science

El nombre de ***Computer Science*** ha estado muy ligado desde su origen (inicio de los 60's), según George Forsythe, principalmente, como la teoría de la programación, el análisis numérico, procesamiento de datos y el diseño de sistemas basados en computadoras, siendo las tres últimas más fácilmente comprendidas que la primera (Knuth, 1972) .

La situación de conflicto en el nombre de la disciplina se da en una comunidad como la nuestra, que no ha tenido mayores referentes nacionales que la opinión de unos pocos profesionales e instituciones, que con buena intención y tomando su propia visión de las cosas, han introducido términos en nuestro quehacer diario de una manera que en la actualidad no es apropiada.

La traducción literal de ***Computer Science*** es **Ciencias del Computador** o más propiamente Ciencias Asociadas al trabajo realizado en y por el Computador; sin embargo es ampliamente utilizado (en el habla hispana y otras lenguas latinas) la traducción de **Ciencias de la Computación**. El mayor problema con la expresión **"Ciencias de la Computación"** surge por el lado semántico frente a lo que se refiere "ciencias del computador"; diferencia que podría ser resuelta si nos apoyamos en lo que se propone como campo de acción de esta disciplina en la "*Computing Curricula – Overview 2005*".

Empero, debe quedar claro, como se ve en las evoluciones de las disciplinas, los cuerpos de conocimiento propuestos, en particular de la ***Computer Science*** en la *Computing Curricula Overview 2005* (CC, 2005), irán afinándose de acuerdo a las "discusiones e intereses" de los participantes (personas y sociedades científicas y profesionales) encargados de elaborar estos documentos. El ejemplo más notorio de evolución e intereses es el relacionado a la aparición de la disciplina *Information Technology*; que ha provocado una reacción desproporcionada de rechazo por parte de algunas personas que no la consideran una disciplina universitaria. La inclusión de *Information Technology* provocó una redefinición de los cuerpos de conocimiento existentes.

Para cerrar la discusión sobre ***Computer Science***, se debe aceptar que la fuerza del uso idiomático influye en la decisión, por lo que la comisión utilizará en el resto del informe (salvo se indique lo contrario) como Ciencias de la Computación asociado al cuerpo de conocimiento presentado en la *Computing Curricula 2005*.

Computer Engineering

La traducción literal de ***Computer Engineering*** es **Ingeniería del Computador**, sin embargo, tomando en cuenta la discusión previa de *Computer Science*, algunas personas e instituciones han optado como nombre de la disciplina el de **Ingeniería de Computación**. Lamentablemente en nuestro idioma, la diferencia semántica que existe entre Ingeniería de Computador e Ingeniería de Computación, sí es muy significativa, lo que nos lleva a sugerir una revisión rigurosa del documento *Computing Curricula Overview 2005* (CC, 2005) y del cuerpo de conocimiento de la *Computer Engineering* (CE, 2004).

Si se optara por la traducción de *Computer Engineering* como Ingeniería de Computación habrá muchas instituciones, dado nuestro contexto actual nacional, que la tomarán como una Ingeniería aplicada al dominio de la Computación; lo que conllevaría a algunas personas e instituciones a pensar que sólo deberían existir los científicos y los ingenieros de computación, quedando fuera los de Ingeniería de Software; lo que es contrario a la propuesta de *Computing Curricula Overview 2005*.

Si se optara por la traducción de Ingeniería de Computadoras, se reforzaría la naturaleza del cuerpo de conocimiento de la disciplina *Computer Engineering* propuesto en la *Computing Curricula*, que se orienta a un trabajo más cercano al hardware.

De manera semejante al caso anterior, la discusión y decisión sobre cómo llamar a esta disciplina en español responderá a intereses y presiones de distintos grupos de profesionales e instituciones. Sin embargo, sería bueno que todos tomen en cuenta el cuerpo de conocimiento que tendrá esa disciplina para que el nombre refleje de manera más adecuada al profesional que egresará.

Para cerrar la discusión sobre ***Computer Engineering***, se debe notar que no existe una fuerza idiomática que oriente la decisión, por lo que la comisión considera conveniente utilizar en el resto del informe (salvo se indique lo contrario) la traducción como Ingeniería del Computador.

5. TENDENCIAS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

La Comisión ha visto conveniente introducir este capítulo, pues la educación profesional incluye otros importantes aspectos que deben ser tomados en cuenta en el momento de diseñar perfiles y estructuras curriculares. Debemos recordar que, merced a la creciente globalización, cada día es mayor la competencia procedente del extranjero que deben enfrentar, no sólo las empresas que ofrecen bienes y servicios, sino incluso a nivel de los profesionales que postulan por contratos o puestos de trabajo.

5.1 Aprendizaje a lo Largo de la Vida [29]

Definir el concepto de "aprendizaje permanente" o "a lo largo de la vida" no resulta sencillo, pues sigue teniendo diversidad de significados, según los contextos nacionales y los objetivos que persigue. Lo cierto es que estos significados siguen permaneciendo más en un ámbito informal y pragmático que en su dimensión conceptual o incluso legal. Sin embargo, es importante tomar como referencia la definición que hace la Unión Europea sobre este concepto (*lifelong learning*) como toda actividad de aprendizaje desarrollada a lo largo de la vida con el objeto de mejorar el conocimiento, habilidades y competencias dentro de una perspectiva personal, cívica, social o relacionada con el empleo. Lamentablemente existen diversas posiciones sobre este tema entre los diversos actores afectados.

La universidad y la sociedad afrontan un reto para integrar conceptos y ofertas, de manera adecuada, a partir de la Declaración Mundial de la Educación Superior del Siglo XXI de UNESCO de 1998. Esta declaración propone una nueva visión de universidad, cuya misión y valores fundamentales deberían estar orientados a: "Constituir un espacio abierto para la formación superior que propicie el aprendizaje, brindando una óptima gama de opciones y la posibilidad de entrar y salir fácilmente del sistema, así como oportunidades de realización individual y movilidad social al mundo, y para promover el fortalecimiento de las capacidades endógenas y la consolidación en un marco de justicia de los derechos humanos, el desarrollo sostenible, la democracia y la paz".

Si la universidad pretende jugar un rol importante en la creación de una cultura de "aprendizaje permanente" es necesario empezar por replantear las estructuras que definen y rigen nuestros procesos educativos actuales. La universidad no sólo debe brindar ofertas educativas flexibles, eficaces y pertinentes y coherentes con las exigencias de la sociedad construyendo un "*continuum*" educativo entre lo estudios de pre-grado, de formación continua y post-grado, sino que además debe contribuir a crear las bases que permitan el desarrollo de una sociedad que aprenda permanentemente. La "universidad como institución" debe convertirse en una "comunidad de aprendizaje a los largo de la vida".

5.2 Educación General versus Especialización

[29] Extracto y resumen del artículo "La Universidad y el Aprendizaje a lo largo de la vida", Carlos Fosca.

La UNESCO solicitó que se elaborare una serie de Documentos sobre Educación Superior, entre los cuales está: LA EDUCACION PERMANENTE Y SU IMPACTO EN LA EDUCACION SUPERIOR de Carlos Tünnermann Bernheim (Tünnermann, 1995), que entre sus páginas 10 y 12 refiere claramente uno de los debates sobre las tensiones o dilemas de la educación superior:

> "La sociedad contemporánea, cada vez más compleja, requiere que en el universitario se conjuguen una alta especialización y capacidad técnica con una amplia formación general que le permita encarar, con mayores posibilidades de éxito, el cambiante mundo que le rodea.
>
> El equilibrio entre la formación general y la especializada es uno de los objetivos de la educación superior que en diversos países se trata de alcanzar mediante el reconocimiento de la educación general como tarea universitaria. Si la educación superior, ante lo complejo de las demandas que le plantea la sociedad contemporánea, reconoce que su formación no se agota en la simple preparación de profesionales, sino que su misión consiste fundamentalmente en formar hombres cultos, adiestrados científica y técnicamente en una determinada rama del conocimiento, capaces de continuar su propio proceso de formación al egresar de las aulas universitarias, es evidente que dará la educación general un papel de mucha importancia en la organización de sus estudios. La educación general se ubica dentro de los propósitos más altos de la institución: formar al hombre y difundir la cultura.
>
> El problema consiste también en dar al especialista un conocimiento básico de las demás áreas. Esta será la tarea de un nuevo maestro, el 'generalizador' de los conocimientos en cada campo……. Ese generalizador especializado será uno de los hombres claves de la universidad del mañana; tendrá por base el saber especial, pero se empeñará en introducirlo en las de más áreas del 'saber' especializado y en el campo común del uso de dicho saber"

5.3 Educación Basada en Competencias.

Tomando como referencia el Proyecto 6x4 UEALC, eje de competencias profesionales, podemos extraer [30]:

> El informe Delors en 1996 y la declaración de la UNESCO en 1998 mencionan la importancia de las competencias adquiridas, particularmente en el transcurso de la vida profesional y que puedan ser reconocidas en las empresas y en el sistema educativo.
>
> El enfoque de competencias se ha utilizado con mayor intensidad en el ámbito laboral en casi todos los países. Sin embargo, en lo referente a profesiones que exigen formación universitaria, el avance es menor.

[30] Extractos del documento de trabajo inicial del Proyecto 6x4 UEALC, eje de competencias profesionales.

Europa, bajo la declaración de Bolonia, reunió, en el proyecto Tuning, a un gran número de universidades para utilizar el enfoque de competencias en la búsqueda de referentes comunes que sirvieran como puntos de convergencia y de entendimiento en la construcción del espacio común de educación superior europeo. Este proyecto propone un enfoque y una metodología para el diseño curricular de programas académicos basados en competencias que permite lograr una gran coherencia entre los resultados del aprendizaje esperados y los medios para lograrlos.

Comúnmente, bajo el enfoque de competencias, el perfil de egreso se entiendo como un conjunto articulado de competencias profesionales que se supone permitirán un desempeño exitoso (pertinente, eficaz y eficiente) del egresado en la atención y resolución de los problemas más comunes en el campo de su profesión. Desde esta perspectiva, una competencia profesional es la capacidad efectiva para realizar una actividad o tarea profesional determinada, que implica poner en acción, en forma armónica, diversos conocimientos (saber), habilidades (saber hacer), y actitudes y valores que guían la toma de decisiones y la acción (saber ser).

El expresar el perfil de egreso en términos de competencias profesionales brinda la posibilidad e utilizar un lenguajes que puede compartido no solo por la Instituciones de Educación Superior nacional o regionales, sino también por otros interesados como pueden ser los empleadores, los gobiernos y la sociedad en general; así como formular la evaluación la calidad de los aprendizajes, a partir de mediciones de resultados múltiples, que permitan dar evidencia de los niveles de desempeño alcanzado por los egresados, en tares y actividades significativas del ejercicio profesional.

5.4 Nuevo Espacio Educativo Europeo

La Declaración de Bolonia es uno de los documentos importantes en lo que se ha venido a conocer como el Nuevo Espacio Educativo Europeo. De este se presenta el siguiente extracto:

> "A la vez que afirmamos nuestra adhesión a los principios generales que subyacen en la Declaración de La Sorbona, nos comprometemos a coordinar nuestras políticas para alcanzar en un breve plazo, y en cualquier caso dentro de la primera década del tercer milenio, los objetivos siguientes, que consideramos de capital importancia para establecer el Espacio Europeo de Educación Superior y promover el Sistema Europeo de Enseñanza Superior en todo el mundo:
>
> La adopción de un sistema de titulaciones fácilmente comprensible y comparable, incluso a través de la puesta en marcha del Suplemento del Diploma, para promover la obtención de empleo y la competitividad del Sistema Europeo de Educación Superior.

Adopción de un sistema basado esencialmente en dos ciclos fundamentales: diplomatura (pregrado) y licenciatura (grado). El acceso al segundo ciclo requerirá que los estudios de primer ciclo se hayan completado, con éxito, en un periodo mínimo de tres años. El diploma obtenido después del primer ciclo será también considerado en el mercado laboral europeo como nivel adecuado de calificación. El segundo ciclo conducirá al grado de maestría o doctorado, al igual que en muchos países europeos.

El establecimiento de un sistema de créditos -similar al sistema de ETCS- como medio adecuado para promover una más amplia movilidad estudiantil. Los créditos se podrán conseguir también fuera de las instituciones de educación superior, incluyendo la experiencia adquirida durante la vida, siempre que esté reconocida por las universidades receptoras involucradas.

Promoción de la movilidad, eliminando los obstáculos para el ejercicio efectivo de libre intercambio, prestando atención particular a:

El acceso a oportunidades de estudio y formación y servicios relacionados, para los alumnos.

El reconocimiento y valoración de los periodos de estancia en instituciones de investigación, enseñanza y formación europeas, sin perjuicio de sus derechos estatutarios, para los profesores, investigadores y personal de administración.

Promoción de la cooperación europea en aseguramiento de la calidad con el objeto de desarrollar criterios y metodologías comparables.

Promoción de las dimensiones europeas necesarias en educación superior, particularmente dirigidas hacia el desarrollo curricular, cooperación entre instituciones, esquemas de movilidad y programas de estudio, integración de la formación e investigación".

5.5 Acreditación: Calidad de los Programas

La acreditación universitaria se define como el proceso de evaluación que se lleva a cabo por una agencia u organismo externo con facultades para acreditar instituciones de ecuación superior, con el objeto de garantizar su calidad respecto de estándares y criterios, académicos o profesionales, previamente establecidos. La acreditación es, en todos los casos, una validación temporal con una determinada vigencia (UEALC 6x4, 2005).

La acreditación de carreras es una práctica que se realiza en muchos países desde hace muchos años, y existe algunos posibles modelos a seguir. Existen varias formas de clasificar a los organismos de acreditación, sin embargo para este Informe es pertinente mostrar una. A continuación se presenta una clasificación basada en la exigencia de cumplimiento de un currículo base:

- **Acreditación con currículo estándar**. Las carreras deben de cumplir, además de los criterios generales establecidos, con tener un currículo que

cubra el currículo base exigido por el ente de acreditación. En el Perú, la acreditación de la carrera de medicina se hace bajo este esquema.

- **Acreditación no basada en currículo estándar**. Las carreras deben de cumplir, además de los criterios generales establecidos, un conjunto de criterios específicos para la carrera en particular. La *Acreditation Board of Engineering and Technology* (ABET) de USA acredita carreras de ciencias, ingeniería y tecnologías según este modelo.

Las instituciones que acreditan tienen por lo general una cobertura nacional legal, sin embargo, eso no restringe que hayan podido realizar evaluaciones a carreras universitarias de otros países y en algunos casos, extender la correspondiente acreditación o extender una carta que indica que paso la evaluación pero no les dan una acreditación oficial debido a los restricciones legales existentes en varios países.

A continuación se presenta una lista de instituciones que acreditan carreras de ingeniería, en algunos casos también acreditan otras carreras.

Argentina	**CONEAU** - Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria http://www.coneau.edu.ar
Canada	**CEAB** - Canadian Engineering Accreditation Board http://www.ccpe.ca/e/ccpe_boards_2.cfm
Chile	**CNAP** - Comisión Nacional de Acreditación de Pregrado http://www.
Colombia	**CNA** - Consejo Nacional de Acreditación http://www.cna.gov.co/
España	**ANECA** - Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación http://www.aneca.es/
México	**CACEI** - Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C. http://www.cacei.org/
Perú	**ICACIT** - Instituto de la Calidad y la Acreditación de Carreras de Ingeniería y Tecnología
USA	**ABET** - Accreditation Board for Engineering and Technology http://www.abet.org/

REFLEXIONES - PARTE I

La carrera de Ingeniería de Sistemas es una profesión con antecedentes históricos se remontan a las primeras obras importantes de la ingeniería como los sistemas de irrigación y las redes de caminos; sus orígenes modernos se identifican a partir de la WWII con los sistemas de defensa aéreos y las redes de telecomunicaciones.

La Ingeniería de Sistemas fue considerada en los años 60 por los científicos de sistemas, como una manifestación de la aplicación de la Teoría General de Sistemas.

Actualmente la Ingeniería de Sistemas (a nivel internacional) viene cobrando nuevos impulsos debido a que se considera como una disciplina de la ingeniería orientada a resolver complejos problemas relacionados con la ingeniería y la gestión de tecnologías, con áreas de aplicación principalmente en transporte, comunicaciones, sistemas de salud, sector defensa y aeroespacial.

El desarrollo que está alcanzando la moderna Ingeniería de Sistemas ha generado toda una corriente de análisis y desarrollo teórico, en el cual la Teoría General de Sistemas se ha convertido sólo en el punto de partida para corrientes más avanzadas y orientadas a esta especialidad.

Dada la propia naturaleza de la Ingeniería de Sistemas, se han desarrollado varias perspectivas a veces influenciadas por su respectiva área de aplicación. La sociedad profesional que vela por su desarrollo (INCOSE) está trabajando con el objetivo de desarrollar lineamientos de amplia aceptación en cuanto al perfil, cuerpo de conocimiento y recomendaciones de educación.

En ese sentido, en USA las carreras de Ingeniería de Sistemas son acreditadas por ABET en base a un procedimiento "*ad hoc*". Esto significa que los acreditadores deben apelar a un juicio basado en el objetivo declarado de cada programa, ya que no se cuenta con una sociedad profesional que participe en ABET y que brinde los criterios específicos sobre esta profesión.

Por otra parte, la Computación es un amplio campo cuyo origen histórico es el de las computadoras y las tecnologías que se han desarrollado a partir de estas. Las profesiones que se han desarrollado en este campo han experimentado un turbulento desarrollo, el trata de alcanzar una mejor organización a través de la acción de las sociedades que agrupan a los profesionales, que ha publicado referencias sobre el perfil profesional (competencias), cuerpo de conocimientos y estructura curricular de:

Computer Engineering
Computer Science
Software Engineering
Information Systems
y reciente Information Technology

Los países que emplean estas denominaciones con USA, Canadá (anglófona), India, Irlanda, China, Reino Unido, Australia, etc. Una referencia geopolítica muy actual sería observar que incluye la Cuenca del Pacífico

En los países europeos (continentales) se emplea Informática para referirse a este mismo amplio campo. La carrera se ofrece con un solo título genérico, el de Ingeniero Informático. Sin embargo, se reconoce que dada la amplitud del campo, se deben desarrollar las respectivas especializaciones, actualmente a través de maestrías y en un futuro cercano, se iniciarán en pregrado a partir de Perfiles Profesionales.

[se deja esta hoja expresamente en blanco]

PARTE II

SITUACIÓN ACTUAL EN EL PERÚ

La situación a nivel nacional en cuanto a las carreras relacionadas al computador, el software o los sistemas ha evolucionado desde los años 60 en que se comenzaron a usar computadoras en la Universidad y se crearon las primeras carreras.

Desde esa fecha y con el crecimiento vertiginoso que tuvo la tecnología con la aparición de las computadoras personales y su introducción masiva en las empresas y hogares, hasta hoy con la presencia de Internet, muchos cambios se han dado. Por su parte, las instituciones de educación superior considerando la falta de reglas claras, la influencia de USA y Europa en diferentes organizaciones educativas nacionales, la influencia de algunas instituciones educativas nacionales, y el enfoque de negocios que varias instituciones educativas han optado, ha hecho posible un confuso escenario donde reina el caos, la baja calidad educativa, y consecuentemente el deterioro de la imagen de los profesionales de estas carreras.

En las siguientes secciones se esbozará la situación indicada utilizando algunos datos de interés.

[se deja esta hoja expresamente en blanco]

6. LA FORMACIÓN PROFESIONAL EN EL PERÚ

6.1 Años 60's: Cargo de Ingeniero de Sistemas

A fines de los años 60 aparecen en nuestro país la denominación de Ingeniero de Sistemas. La empleaban empresas como IBM, Bourroughs (ahora Unisys), NCR, etc. Como estas empresas ofertaban los primeros equipos de cómputo en nuestro país, debían contar con personal que pudiera proponer soluciones adecuadas a las necesidades de procesamiento de datos que requerían las empresas.

Para ello se estableció la práctica de seleccionar personas con muy alta aptitud, sin hacer distingos acerca de su formación profesional. Al ingresar a la empresa, su primera tarea era pasar por un proceso de capacitación de alrededor de una año, con el objetivo de aprender acerca de los equipos, programas y tecnología de la empresa.

Debemos señalar que en esa época (y hasta entrados los años 80) el paradigma imperante era el de las "arquitectura propietaria", en el los equipos de una compañía eran compatibles entre sí pero no con los de otras empresas. Esto enfatizaba más aún el control que estas empresas tenían sobre sus productos y el entrenamiento que sobre ellos se ofrecía.

Sobre esta época existen muchas referencias principalmente orales. De un artículo publicado en PCWorld en julio del 2003, podemos resaltar las siguientes referencias, que si bien son mucho más modernas, sin embargo aluden a la práctica señalada [31]:

> "Su tarjeta la presenta como Carmen Rosa Graham, pero para todos, ella es simplemente "Toti". A cargo de la gerencia general de IBM Perú desde el 2001, su carrera como parte del Gigante Azul se remonta 21 años, a la época en que vio un aviso de IBM mientras trabajaba en el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, donde estudió **Economía y Administración de Empresas.**
>
> Tras los exámenes y entrevistas de rigor, Toti fue seleccionada para ser **ingeniera de sistemas** de IBM. Como su contrato con la universidad aún no terminaba, ella propuso seguir un programa flexible de **autoestudio**... En poco tiempo, Toti pasó de ser ingeniero de sistemas a representante de ventas para el sector de la Banca ... "
>
> Póker de reinas. PC WORLD / Julio 2003 pág. 25
>
> "Desde pequeña a Lieneke le gustaba armar y desarmar cosas ... Por eso quiso estudiar Ingeniería de Sistemas , pero las circunstancias la llevaron a elegir Ingeniería Industrial. Antes de terminar sus estudios, IBM la reclutó como **ingeniera de sistemas** y allí hizo carrera por 12 años, hasta que Microsoft la contrató hace año y medio como gerente comercial, y luego como gerente general".
>
> Póker de reinas. PC WORLD / Julio 2003, pág. 28

[31] Los subrayados y negritas son nuestras.

En un artículo posterior[32] en que se entrevista a Carmen Rosa Graham, se hacen las siguientes afirmaciones:

> "…(aún en los años 80) la mayoría de estudiantes de esta escuela provenían de diversas carreras de ingeniería, aunque el caso más peculiar que vio fue el de un dentista que se graduó (sic) en el centro (de formación) al igual que ella.
>
> Graham recuerda que el responsable de la formación buscaba a los mejores profesionales de la empresa en cada especialidad para el dictado de los cursos respectivos. Bajo un régimen similar a una universidad, llevaban clases presenciales y rendían exámenes, incluyendo parciales y finales.
>
> …
>
> Pero conforme pasaron los años, los requerimientos fueron cambiando y la escuela dejó de funcionar a inicios de la década del 90"

En la década de los 60's, al igual que las más importantes empresas, las universidades se introdujeron en el empleo de estos novísimos equipos.

Así, la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), inauguró en el año 1964 el centro de cómputo, una unidad que inicialmente se conoció como Laboratorio de Matemáticas, pero que prestaba servicios a todas las facultades conforme aceptaban la era digital. La adquisición de la computadora se realizó por gestión de la administración central de la universidad.

La Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), en el año 1969 firmó un convenio de cooperación bilateral con Francia, logrando un préstamo internacional para adquirir un computador IBM 1130. El equipo tenía 16 Kb de memoria principal, una unidad lectora de tarjetas, discos magnéticos removibles, unidades de cintas magnéticas, varias unidades de perfo-verificación de tarjetas, un plotter y una impresora enorme.

La Pontificia Universidad Católica Perú también organizó su Centro de Cómputo hacia 1969, contando como primera computadora una IBM 1130.

6.2 Años 70's: Primeras Carreras en Universidades

La UNI crea en el año 1974 el Programa Académico de Ingeniería de Sistemas dentro de la Facultad de Ingeniería Industrial y Sistemas. Esta Facultad había introducido el término sistemas algunos años antes con la idea de preparar el camino para su creación. El nuevo programa se fortaleció con el retorno de profesores que se prepararon en Estados Unidos y México en temas relacionados con la Investigación Operativa y la Ingeniería de Sistemas.

El primer currículo se conformó con cursos de matemáticas 1-3, estadística, física 1-3, química 1-2, dibujo técnico, geometría descriptiva, economía general, lenguajes

[32] La evolución de la enseñanza en el país. PC WORLD, octubre 2005, páginas 39 y 40.

algorítmicos, algebra de Boole, introducción a la ingeniería de sistemas, métodos numéricos, mecánica de cuerpo rígido, física del sólido, análisis de circuitos, sistemas digitales, diseño electrónico, dispositivos electrónicos, máquinas de computación, computación analógica, resistencia de materiales, termodinámica y fuerza motriz, contabilidad, sistemas de procesamiento de datos, costos y presupuestos, macro-economía, introducción a la econometría, sociología industrial, organización y métodos, organización y dirección de empresas, diseño de experimentos, métodos de predicción, investigación de operaciones 1-2, legislación industrial, laboral y tributaria, análisis y diseño de sistemas e ingeniería de sistemas.

Se puede apreciar que el perfil profesional de esta profesión no fue crear especialistas en computadoras o software, en la medida que quienes deseaban especializarse en el uso de las computadoras podían hacerlo en el Programa de Ayudantía del Centro de Cómputo, el cual estaba abierto a todos los estudiantes de la UNI, que cumplieran con sus exigencias.

La Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), en el año 1969 firmó un convenio de cooperación bilateral con Francia, logrando un préstamo internacional para adquirir un computador IBM 1130.

La UNMSM decidió crear el Programa Académico de Computación en la Facultad de Matemáticas, para lo cual recibió el apoyo de la Universidad de Grenoble, quiénes enviaron una delegación de docentes e investigadores en "informatiqué" para delinear la malla académica del programa recién creado.

La Facultad de Matemáticas quedó entonces constituida por los programas de Matemáticas Puras, Estadística, Investigación Operativa y Computación.

El enfoque del Programa Académico de Computación era eminentemente cientificista, con muchos cursos de matemáticas (Cálculos 1, 2, 3, 4, Análisis Matemático 1 y 2, Complemento de Matemáticas, Álgebra 1 y 2, Series y Ecuaciones Diferenciales), luego venían los cursos de Estadística, Probabilidades, Investigación Operativa 1 y 2, Programación Lineal, los cursos de Física 1 y 3, luego seguía los propios de la carrera como Circuitos Electrónicos, Tecnología de Computadoras, las programaciones 1, 2 y 3 donde se enseñaban los lenguajes de programación empezando con Fortran, luego Cobol y finalmente Assembler. Pero no había nada de análisis y diseño de software ni cursos de gestión de tecnología de la información, tampoco había nada de Economía, Administración ó Contabilidad.

Si bien esas fueron las dos carreras de pregrado ofrecidas por esos años, hubo otras dos iniciativas que señalar.

En 1972, la Universidad de Lima ofrece un postgrado (como segunda especialidad) en Ingeniería de Sistemas, que estuvo vigente hasta 1990.

En 1973, la Pontificia Universidad Católica del Perú ofrece una especialización en Análisis de Sistemas, en la Facultad de Ciencias e Ingeniería.

6.3 Años 80's: PCs, los Institutos y la Computación y la Informática

La aparición de la PC impactó fuertemente en la forma como se enseñaba la computación, al bajar la "barrera de entrada" que anteriormente era contar con un centro de cómputo. Así, a partir de 1982 aparecen muchos institutos de educación superior que imparten cursos de técnicos de computación y sistemas, con una duración de 3 años o menos. Se ofrecieron diplomas de Analistas de Sistemas y Técnicos de Computación.

Las universidades tanto nacionales como privadas, inicialmente las de Lima, emulando la experiencia de la UNI y viendo la acogida de los profesionales de ingeniería de sistemas en el mercado, también crearon programas profesionales con un currículo muy similar a la desarrollada en la UNI en Ingeniería de Sistemas, luego esta experiencia se extendió a nivel nacional. Con el transcurso de los años, algunas Universidades fueron diferenciando sus enfoques y acercándose más a sus actuales perfiles profesionales. A continuación un breve resumen cronológico[33].

En 1986, la Pontificia Universidad Católica del Perú, ofrece la Maestría en Informática. A partir del año 2003 cambia de denominación a Maestría en Ciencias de la Computación.

En 1987, la Universidad Femenina Sagrado Corazón ofrece la carrera de ingeniería de sistemas, fue la primera universidad particular de Lima en ofrecerla.

En 1990, la Universidad Católica Santa María, de Arequipa, ofrece la carrera de Ingeniería de Sistemas.

En 1991, la Universidad de Lima ofrece la carrera de Ingeniería de Sistemas.

En 1991, la Pontificia Universidad Católica del Perú ofrece la carrera de Ingeniería Informática, cuyo perfil académico se orienta a formar profesionales que resuelvan los problemas informáticos de las empresas con una fuerte base científica y tecnológica basada en IFIP.

En 1994, la Universidad Nacional de San Agustín ofrece la carrera de Ingeniería de Sistemas.

En 1995, la UNMSM dejó de ofrecer la carrera de Computación por decisión propia.

En 1999, la Universidad Católica San Pablo ofrece la carrera de Ingeniería Informática.

En 2001 la UPC establece las menciones de Ingeniería de Sistemas de Información e Ingeniería de Software dentro de la carrera de Ingeniería de Sistemas, acercándose a lo establecido por la IEEE-ACM. El 2003 se convierten en carreras, con dos años iniciales de estudios comunes.

En 2002, la UNMSM ofrece la Maestría en Ingeniería de Sistemas con la mención de Dirección y Gestión de Tecnologías de Información y la mención de Ingeniería de Software.

La evolución de la oferta académica y los continuos cambios en el desarrollo de los cuerpos de conocimiento a nivel nacional, ha configurado un mercado laboral que no distingue habilidades, competencias, capacidades de los profesionales de universidades con respecto a los técnicos de institutos superiores. Una prueba tangible de ello son los

[33] Se han colocado referencias de pocas instituciones, al no estar disponible esta información tan fácilmente, en el proceso se ha tenido que retirar aquellos que no se contaba con confirmación.

diversos anuncios de oferta de trabajo que aparecen en los diarios, en donde se muestra que resulta indiferente si viene de universidad o de instituto técnico superior. Solo algunas empresas, con el devenir de los años y el conocimiento de las corrientes internacionales, han ido aclarando esas diferencias y definiendo adecuadamente sus necesidades y los perfiles que lo cubren.

6.4 Panorama Actual de las Universidades

El crecimiento de la oferta educativa en carreras cuyo cuerpo de conocimiento se orientan a computadoras, software y/o sistemas se da de forma explosiva en la década de los 90. Los factores que contribuyeron a esa aceleración fueron por un lado el tecnológico, pues se difundió el empleo de la computadora personal y por otro lado, el marco legal favorable al crecimiento de la oferta educativa, plasmado en la Ley Universitaria 23733 (de 1983) y la Ley General de Educación (de 1982). Estos factores fueron determinantes para el crecimiento de la oferta educativa tanto en las instituciones de educación superior universitaria y no universitaria (institutos tecnológicos y superiores).

Por el lado de la oferta educativa universitaria, la información obtenida de la Asamblea Nacional de Rectores (ANR) o de las páginas Web de las propias universidades, nos muestra la siguiente distribución de especialidades de Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Informática, y carreras en Computación dentro de las universidades del Perú:

	Lima		Otras Regiones	
	Públicas	Privadas	Públicas	Privadas
TOTAL:	7	22	21	19
Ing. de Sistemas	6	16	14	13
Ing. Informática	1	4	7	5
Ing. de Sistemas de Información		1		
Ing. de Software		1		

Se puede encontrar una información más detallada, por universidades y nombres de los títulos otorgados, en el Anexo 7.

Como se aprecia, la oferta de carreras universitarias ha alcanzado en el 2006 a ser de unos 69 programas en total. Tanto la herencia histórica del nombre de "Ingeniería de Sistemas" la incorporación de otras denominaciones, ha dado lugar a que hoy las universidades peruanas ofrezcan los siguientes títulos profesionales:

Ing. de Computación e Informática

Ing. de Computación y Sistemas

Ing. Informática
Ing. Informática y Sistemas
Ing. de Sistemas
Ing. de Sistemas Empresariales
Ing. de Sistemas y Computación (o Cómputo)
Ing. de Sistemas e Informática
Ing. de Sistemas de Información
Ing. de Software

7. EJERCICIO PROFESIONAL

A lo largo de la historia se ha comprobado que para una relación más eficiente entre individuo y sociedad se requiere de la conformación de grupos de personas alrededor de intereses comunes, capaces de mantener y defender posiciones que los ayuden a mejorar sus conocimientos, perfeccionar el ejercicio profesional y lograr el progreso de la sociedad en la que se desenvuelven.

En el campo profesional encontramos dos tipos de agrupaciones relacionados con el ejercicio profesional, estas se denominan:

- Sociedades Profesionales
- Colegios Profesionales

7.1 Rol de las Sociedades Profesionales

Las Sociedades Profesionales son organizaciones formadas por profesionales reconocidos como tal en su medio de desarrollo profesional, sea este académico o empresarial, pudiendo estar localizados en un mismo lugar o encontrarse en lugares geográficamente distantes. Generalmente los convoca el interés de obtener mayores conocimientos de su profesión o especialidad en determinados temas. Una característica importante es que los miembros no necesariamente pertenecen a la misma profesión, pero sí deben estarse desarrollando profesionalmente en él.

Generalmente estas asociaciones fomentan la participación de los estudiantes creando Ramas Estudiantes que los representen dentro las Universidades, de este modo promueven identificación con la profesión, sus competencias, sus avances y proyecciones, su código de ética, su eventual problemática, etc. Esta práctica no es muy usual en los Institutos Tecnológicos.

En el caso concreto de la ingeniería, podemos comprobar fácilmente que entre los profesionales no existe una clara imagen del valor que puede aportar a su profesión, los pocos miembros activos de dichas sociedades mantienen una relación de información con las sedes oficiales que se encuentran en países desarrollados, y participan activamente en actividades organizadas por el capítulo nacional.

No es difícil concordar que una causa muy importante de esta desvinculación, es el hecho que los propios profesionales no hayan tenido una imagen clara de su perfil profesional, al menos en los términos empleados por estas sociedades profesionales.

La identificación de un profesional con su sociedad profesional, asociándose y participando de las actividades organizadas, es un claro síntoma del nivel de madurez de la profesión en cuestión. En el campo de la ingeniería esto es una realidad visible en los países desarrollados, en donde los profesionales señalan con orgullo a que sociedades profesionales pertenecen e incluso son méritos muy apreciados los cargos o responsabilidades que pueden haber ocupado en ellas.

Finalmente, se debe señalar que a través de la red se viene promoviendo desde hace muchos años la formación de las Comunidades Virtuales que reúnen libremente a

diferentes personas que comparten intereses similares, sin validar su nivel de estudios, para compartir y ampliar conocimientos sobre determinados temas tecnológicos.

El rol de una Sociedad Profesional se manifiesta del modo siguiente:

- Normar el ejercicio profesional en temas específicos, estableciendo métodos y normas de trabajo, así como validando el uso de determinadas técnicas.
- Representar a determinada especialidad de la profesión en eventos académicos o profesionales que buscan compartir las buenas prácticas desarrolladas dentro de la especialidad de la profesión.
- Promover la discusión permanente sobre los temas de interés profesional que los convoca.
- Establecer un vínculo con la Universidad y los Centros de Educación Superior autorizados a formar nuevos profesionales para promover la investigación y el desarrollo de nuevos cuerpos de conocimiento.

Algunas de las sociedades profesionales más conocidas en el campo de la ingeniería, en el medio local, son:

- La ACI (American Concret Institute), que agrupa a profesionales en ingeniería civil y que ha conformado ramas en diversas universidades del país, que cuentan con la profesión de ingeniería civil.
- La IEEE (Institute of Electronic and Electrical Engineering), que agrupa a profesionales en ingeniería eléctrica, electrónica, computación y ramas afines, reunidas en 42 Sociedades Técnicas, siendo la más numerosa la de Computación. En el Perú opera la IEEE Sección Perú que tiene 8 Capítulos Técnicos, correspondientes a 8 Sociedades Técnicas del IEEE, entre ellos el de Computación. Además tiene 18 Ramas Estudiantiles en 18 universidades del país. Cada rama estudiantil tiene diversos Capítulos Técnicos correspondientes a las Sociedades Técnicas del IEEE, siendo la de Cómputo una de las más populares
- La PMI (Project Managment Institute) que agrupa a los profesionales que realizan proyectos de cualquier área del conocimiento. Existen algunos capítulos profesionales y de estudiantes en el país.
- La ACM (Association for Computer Machinery) orientada más a la investigación. Existen pocos capítulos de estudiantes en el Perú y se está haciendo un poco más conocido por el concurso a nivel internacional de programación y que ya cuenta con una sede en el Perú.
- La AEP (Asociación Electrotécnica Peruana) que agrupa a los ingenieros de la electrotecnia
- IIM (Insituto de Ingenieros de Minas)
- APC (Asociación Peruana de Consultores), entidad que reúne a los consultores e ingeniería y en otras ramas.

A nivel internacional existen muchas sociedades profesionales constituidas para diversos fines, algunas de ellas pueden no tener una representación local formal, pero sí cuentan con miembros nacionales, que son profesionales que de manera particular asumen la membresía.

Entre las instituciones reconocidas, relacionadas con computadoras software o sistemas están:

- Association for Computing Machinery (ACM)
- Association for Information Systems (AIS)
- Computer Society (IEEE-CS)
- Association of Information Technology Professionals (AITP)
- Information System Audit and Control Association (ISACA)
- American Society for Quality (ASQ)
- Project Management Institute (PMI)

7.2 Rol del Colegio Profesional

Los Colegios Profesionales son personas jurídicas de derecho público interno que sólo pueden ser creadas mediante ley, conforme a lo prescrito por los artículos 20° de la Constitución Política del Estado y 76° del Código Civil en nuestro país. Son organizaciones formadas por profesionales de una determinada profesión, que son reconocidos como tal en su medio social, pudiendo ser una provincia, departamento o país.

En el Perú, el sistema de organización de la sociedad civil ha establecido que las Universidades otorguen el título profesional "a nombre de la Nación", en tal sentido, el Estado Peruano reconoce la conformación de organizaciones denominadas Colegios Profesionales con el objetivo de apoyarse en ella para el control del ejercicio profesional en el país. Empero, es importante remarcar que cada integrante del grupo que lo conforma debe reconocer su pertenencia y tener un rol activo para que la sociedad ante la cual se constituye le reconozca valor y autoridad.

El rol de un Colegio Profesional se manifiesta del modo siguiente:

- Normar y Autorizar el ejercicio profesional en el país por ingenieros colegiados habilitados.
- Representar a la profesión ante las instituciones que la convoquen dentro de su ámbito de acción, en los temas de desarrollo nacional, ejercicio profesional y en otros especializados a su formación profesional.
- Promover la discusión permanente sobre la evolución de la profesión en función de los avances de la ciencia y tecnología, así como de las necesidades del país.
- Establecer un vínculo con la Universidad y los Centros de Educación Superior autorizados a formar nuevos profesionales para asegurar que la calidad del nuevo profesional sea la establecida por la profesión y la exigida a los intereses del país.
- Defensa del profesional en su derecho a ejercitar su profesión, en disponer de las condiciones mínimas que le garanticen un buen ejercicio profesional, a que se le reconozcan sus derechos como trabajador.
- Garantizar el cumplimiento del código de ética profesional.

- Velar porque el profesional disminuido en sus capacidades físicas o con deterioro de su salud mantenga un ambiente de respeto a su calidad de vida.

En el Perú, el Colegio de Ingenieros del Perú es la organización representativa que agrupa a los distintos profesionales de ingeniería que egresan de las Universidades. Esta institución se creó mediante la Ley 14086, fue aprobada por el Congreso de la República y promulgada por el Poder Ejecutivo el 08 de junio de 1962. Se le dio autonomía y personería jurídica.

Posteriormente, el 22 de enero de 1987 el Congreso de la República promulga la Ley 24648, mediante la cual se especifica que es obligatoria la colegiación para el ejercicio de la profesión de ingeniero en el país en sus distintas especialidades. Los profesionales de ingeniería se colegian en Capítulos, que reúnen a los profesionales de especialidades afines. Las profesiones de ingeniero de sistemas, ingeniero informático e ingeniero de computación y sistemas, entre otros de la especialidad, se colegian en el Capítulo de Ingeniería Industrial y de Sistemas del Consejo Departamental al cual pertenecen, a excepción del Consejo Departamental de Trujillo, que en el año 2002 creó el capítulo de Ingeniería de Sistemas.

En nuestra sociedad actual no se tiene claro cual es el nivel de responsabilidad de un profesional de ingeniería, salvo determinados casos y por tanto no se distingue entre un profesional universitario de uno de instituto superior.

7.3 Acreditación de las Carreras

Desde hace unos años diversas universidades e instituciones relacionadas vienen realizando esfuerzos por definir y establecer un esquema de **acreditación** en el país; así encontramos que una de las iniciativas que vienen teniendo mayor presencia y posicionamiento, para los profesionales ligados a la ingeniería, es ICACIT (Instituto de la Calidad de la Acreditación de las Carreras de Ingeniería y Tecnología), que ha adoptado, para la acreditación, el proceso de auto estudio de ABET y el Criterio 2000 de ABET, que privilegia una reflexión sobre el profesional que se quiere formar, con capacidades, competencias, actitudes, conocimientos y comportamientos apropiados para la ingeniería. La adopoción de los criterios de ABET se debe a la proximidad del TLC con USA, donde la ingeniería juega un papel importante.

Debe recordarse, que en la sección 5.5, se presentó dos esquemas de manejo de cuerpos de conocimiento dentro de la acreditación. Una basada en una currículo estándar y otra no basada en currículo estándar.

Cuando se opta por el primer esquema, se debe tener especial cuidado con el cuerpo de conocimiento que se exige, porque sin haberlo deseado, se puede producir un estancamiento del conocimiento o desarrollo tecnológico o se pueda orientar la dirección del cuerpo de conocimiento hacia una tendencia que estaría manejada sólo por aquellos que toman estas decisiones. En un contexto de aplicación más riguroso, que incluye la ley universitaria, este modelo podría ser considerado como contrario a la autonomía universitaria.

Cuando se opta por el segundo esquema, se debe tener especial cuidado de establecer los mínimos adecuados para que se cumplan en todas las carreras. Si no se hace con

cuidado es posible que la situación de la calidad de la enseñanza pueda ser muy dispareja entre las universidades.

Sea el esquema que se adopte, llama mucho la atención que en nuestro país no se haya implantado todavía este tipo de prácticas en todas las carreras, lo que está causando una ausencia de calidad en la formación profesional. Se espera que la iniciativa de ICACIT mejore esta situación.

7.4 Certificación de los Profesionales

Mientras que los programas universitarios se acreditan, las personas se pueden **certificar**. Se entiende la certificación de los profesionales como la constancia entregada por alguna organización que asegura que la persona certificada tiene algún tipo de competencia; las más frecuentes en nuestro campo son:

Certificación en Tecnologías

La certificación en tecnologías asegura que el titular de esa certificación ha aprobado una evaluación, principalmente de conocimientos, sobre un determinado producto tecnológico.

Ejemplos de certificaciones de producto son las ofrecidas por: Microsoft, Oracle, CISCO, IBM, Linux, etc.

Este tipo de certificaciones tienen como requisitos básicamente aprobar un examen en centros autorizados. Este tipo de certificación tiene, en casi la totalidad de los casos, alcance internacional debido a que quienes lo ofrecen son empresas transnacionales.

Certificación de Profesionales

La certificación de profesionales es por lo general mucho más extensa en el conocimiento y experiencia previa que cubre y se orienta principalmente a graduados universitarios, aunque no siendo ésta una condición exigida.

Ejemplos de este tipo de certificaciones son:

- Certificación de Profesional Desarrollador de Software (CSPD, www.ieee.org),
- Certificación de Auditor de Sistemas de Información (CISA, www.isaca.org)
- Certificación de Ingeniero de Calidad de Software (ASQ, www.asq.org)
- Certificación Profesional de Administración de Proyectos (PMP, www.pmi.org)
- PMMC (Personal Maturity Model Capability) para manejar equipos de desarrollo de Software, entre otros.

Este tipo de certificaciones exige por lo general un mínimo número de horas de trabajo y el cuerpo de conocimiento es tan extenso que en muchos casos, una formación profesional es recomendable para que el candidato pueda aprobar el examen con mayor facilidad.

REFLEXIONES – PARTE II

Sobre la influencia de dos grandes modelos

Parte de la disparidad de nombres y opiniones encontradas, se origina por que estamos influenciados en dos grandes modelos de educación vigentes a nivel internacional. Uno es el que procede de países de habla inglesa y el otro es la de países europeos, que nos llega usualmente a través de España.

Así nosotros en el Perú:

- Damos Títulos Profesionales válidos de por vida (modelo español de origen francés) pero nos son extrañas las licencias profesionales temporales (Professional Engineer) extendida en USA, Canadá, etc.
- Pero denominamos a una de las carrera en que el título profesional es tan relevante, como Ingeniería Civil (USA) y nos es extraña la denominación de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (España).
- Nos parece normal que, como en España, las universidades otorguen no sólo los grados académicos (bachiller, maestro y doctor), sino que además dan los títulos profesionales, mientras que en USA las universidades sólo dan los grados académicos y las licencias las otorgan instituciones relacionadas con las sociedades profesionales.
- A veces hablamos de Computación (USA) y otras veces de Informática (España) como si fueran conceptos diferentes, cuando en realidad son (en principio) sinónimos.
- Adoptamos neologismos provenientes de España como la Telemática y nos extrañamos cuando este simplemente no existe en la literatura técnica proviene del inglés.
- Estamos adoptando la carrera de Ing. de Telecomunicaciones, común en España, pero que es escasamente frecuente en universidades norteamericanas. Más aún la queremos posicionar (en el Perú) como la que se hace cargo de las redes a nivel empresarial y entra en directo conflicto con la carrera de Information Technology (USA) o incluso con el próximo Ingeniero Informático con Perfil Profesional de Sistemas de la propia España.

Como se puede apreciar la cuestión de fondo no es tanto que modelo tiene la razón, sino que al querer basarnos simultáneamente en dos modelos que por separado parecen coherentes, el resultado en nuestro país es un híbrido que cae en contradicciones.

Sobre la aplicabilidad de las propuestas internacionales en nuestro país

Las propuestas internacionales de la *Computing Curricula*, IFIP o ANECA deben ser cuidadosamente evaluadas y en caso las instituciones que lo adopten, deben de hacer las adaptaciones a nuestra realidad.

Una adaptación curricular debe tener muy en cuenta que los sistemas educativos son diferentes y dicha propuestas deben considerarlo. Un ejemplo concreto es la edad promedio de los estudiantes que ingresan a las universidades, que en nuestro caso es menor (casi en dos años) que países como USA y europeos.

En nuestro país debemos ser conscientes que la diferencia de formación entre estudiantes de colegio secundaría es muy diferente dependiendo en donde se haya cursado los estudios. Esta situación obliga a que las Facultades, y en general las universidades, deben cubrir las deficiencias de la formación de educación secundaria lo que va en perjuicio del tiempo para la formación universitaria misma.

Una Facultad para que pueda decidir sobre una u otra alternativa debe evaluar rigurosamente lo siguiente:

> **Pertinencia**. Es decir, si la carrera que ofrezca es realmente necesaria para su ámbito local y regional con proyección nacional e internacional.
>
> **Soporte académico**, es decir, que se cuente con un cuerpo docente competente para atender adecuadamente las exigencias educativas propias de la formación universitaria acorde a las propuestas internacionales.
>
> **Infraestructura**, es decir, que se cuente con los diversos recursos tecnológicos adecuados que demanda la formación profesional en características técnicas y número suficiente.
>
> **Vida profesional**, es decir, que se defina cuales son los roles que pueden ejecutar sus egresados considerando seriamente la demanda de trabajo a nivel local y regional primero y luego nacional e internacional.
>
> **Generalización / Especialización**, es decir definir la diversidad y profundidad de los contenidos y el grado en que los estudiantes deben lograr dichos aprendizajes. Sin embargo, esto debe ser coherente con alguna de las propuestas existentes.

Se espera que la definición de estos perfiles y cuerpos de conocimiento estén alineados a las propuestas internacionales como resultado de un análisis serio.

Sobre la carrera de Ingeniería de Sistemas

A partir de la información recopilada y proporcionada en este informe, se puede apreciar que el cuerpo de conocimiento y el campo de acción de los profesionales de la ingeniería de sistemas en nuestro país, no corresponde a lo que se conoce internacionalmente. La actual ingeniería de sistemas del país se ha desplazado a un campo que no es el propio y del que ahora se tiene mayor claridad sea por la *Computing Curricula* o IFIP o ANECA.

Se debe reconocer que este no es sólo un problema del Perú, pues una revisión del mismo nos puede mostrar que muchos países de nuestra región también lo han vivido. Sin embargo, si es necesario tomar acción para corregir esta situación lo antes posible.

Las Facultades de Ingeniería de Sistemas deben revisar sus perfiles de egreso y su plan de estudios a la luz de SEBOK, *Computing Curricula*, IFIP y ANECA para que definan adecuadamente que profesionales buscan formar, con esto algunas Facultades definirán

realmente su perfil y otras migrarán hacia otro campo. Lo que sí debe de quedar bien establecido es que el NOMBRE de la carrera debe ser coherente con lo que se presenta.

Sobre las carreras en Computación/Informática

A partir de la información recopilada y proporcionada en este informe se puede ver claramente que existen dos grandes posibilidades, una orientada a la propuesta de *Computing Curricula* y la otra a la propuesta recogida en IFIP o ANECA. Ambas propuestas, con distinto nivel de desarrollo, son coherentes y completas, sin embargo su aplicación a nuestro país requiere un trabajo de adaptación.

Las Facultades que elijan una u otra opción deben ajustar sus perfiles y planes de estudio para que puedan buscar ser acreditados por un organismo nacional como ICACIT cuando este se encuentre totalmente en operación.

Sobre el mercado laboral en el Perú y el extranjero

En nuestro país la mayor demanda de profesionales se encuentran en el campo de los sistemas de información, tecnologías de información y desde hace poco en una naciente industria formal de software que está adquiriendo niveles de calidad reconocidos internacionalmente, como el caso del CMMi.

Lamentablemente la industria relacionada a la computadora (hardware) no tiene mayor presencia en el país y en muchos casos, los egresados que tienen que ver con ese tema, se limitan principalmente al ensamblaje de equipos o soporte de hardware. Esta puede ser la razón por la cual no se han desarrollado programas en *Computer Engineering*.

Existen en el país nuevas oportunidades para el ejercicio profesional a diversos niveles de experiencias y especializaciones. Oportunidades como auditorias, peritaje, supervisiones de proyectos, pruebas de software, diseño de redes, soporte operativo de redes, informática médica, informática educativa, software para dispositivos móviles, etc.

Sobre la producción de conocimientos

La producción de conocimiento que está asociada de manera natural a la investigación, no ha crecido principalmente por la ausencia de escuelas de postgrado sólidas que sigan las reglas internacionales.

El esfuerzo realizado por algunas instituciones para apoyar la iniciación de los alumnos de pregrado en la labor científica es loable; sin embargo, se debe tener muy en claro que la producción científica es responsabilidad de los doctorados y no de los estudiantes de pre-grado.

Sobre profesionales de otros campos

Como consecuencia de la evolución de estos temas en nuestro país, y como ha sucedido en otros países, ha existido una migración de diversos profesionales como civiles, mecánicos, industriales, electrónicos y de muchas otras profesiones, que han sido muchos casos los pioneros en nuestro país sobre estos temas. Este colectivo de profesionales no está reconocido en ningún cuerpo profesional lo que constituye un serio problema que puede dificultar otras iniciativas en el Colegio de Ingenieros del Perú.

Sobre el ejercicio profesional y la colegiatura

La colegiatura que ofrece el CIP se orienta al reconocimiento de un título profesional para aquellas personas que han estudiado una carrera universitaria correspondiente y no a la demostración de competencias especializadas en el campo de la profesión. También se conoce que las colegiaturas son obtenidas de manera permanente, siendo necesario sólo estar al día en las cotizaciones para mantener la habilidad para el ejercicio profesional, dejando de lado la comprobación de la vigencia de las capacidades del profesional.

Los estatutos del CIP no permiten la movilidad profesional entre distintas áreas de la ingeniería para los casos de profesionales que habiendo estudiado en una carrera de ingeniería ahora se encuentran trabajando con éxito en otra.

La Comisión encuentra necesaria la revisión de los estatutos y organización del CIP para favorecer la movilidad profesional y reconocimiento de las competencias profesionales distintas en las que uno se formó en el pre grado, estableciendo para ello condiciones de certificación y calificación reconocidas y amplia experiencia profesional. En el caso específico de computación/informática es incluso conveniente favorecer la creación de un Capítulo Profesional que reúna a los profesionales de este campo.

La Comisión reconoce el gran aporte realizado por muchas universidades que han impulsado este tema en el país y que en un escenario totalmente nuevo, en su momento supieron cumplir un papel a la altura de la circunstancia. También considera que el vertiginoso cambio tecnológico y las condiciones sociales y legales de nuestro país no les ha permitido adherirse a un plan de estudios propio de Ingeniería de Sistemas o no han podido migrar hacia su verdadero perfil profesional en Computación/Informática.

Identificación de Grupos de Interés

Como paso previo a la formulación de acciones, consideramos necesario identificar los grupos de interés representativos a este problema, quienes se sentirán afectados con las acciones que se propongan en este documento:

Entre los grupos de interés representativos podemos mencionar los siguientes.

- Ingenieros actualmente colegiados en el Colegio Departamental de Lima, en particular los del capítulo de Ingeniería Industrial y de Sistemas.

- Ingenieros con otros títulos profesionales (colegiados o no), que ejercen en los campos profesionales involucrados en este informe.
- Otros no mencionados arriba, que en un número importante, ejercen en los campos profesionales involucrados en este informe.
- Facultades o escuelas con carreras en Ingeniería comprendidas en este Informe.
- Estudiantes universitarios en las carreras comprendidas en este Informe
- Postulantes a carreras universitarias comprendidas en este Informe

Enfoque para el Planteamiento de la Recomendaciones

Las posibles acciones que se recomiendan están influenciadas por el enfoque que se puede seguir en su implantación; estos enfoques son:

- Uno se orienta a establecer un esquema controlista con una única manera de encarar el problema, lo cual inevitablemente se traduce en establecer controles rígidos para el logro de dicho propósito. Los esquemas de control han demostrado su ineficacia por ser imprácticos, requieren apoyarse en un marco legal que a la fecha no existe, además de no considerar las diversas realidades de cada institución y finalmente, porque la implementación de los controles para asegurar este único esquema terminan en un uso ineficiente de recursos.
- Otro se orienta a establecer un conjunto de iniciativas y sugerencias para mejorar la información que los diversos grupos de interés deben tener en este tema, de modo que dicha información colabore en una mejor toma de decisiones. No olvidemos que dichos grupos de interés forman parte del mercado educativo y profesional, y la experiencia indica que dichos mercados logran su madurez mejorando la información de los ofertantes y demandantes de dichos mercados, reduciendo la asimetría de información tan característicos de los mercados educativos. Por ende, las iniciativas planteadas estarán orientadas a mejorar el nivel de información y de ser posible la colaboración de dichos grupos de interés, lo cual debe redundar en su propio beneficio.

Considerando los dos enfoques antes mencionados, la Comisión recomienda optar por el segundo enfoque que es más democrático y apuesta por la consolidación de los mecanismos e instrumentos de la sociedad para mejorar la situación actual.

Reflexiones finales sobre la receptividad a las propuestas

La Comisión está plenamente consciente de la magnitud de los problemas que aquí se han expuesto y que en consecuencia a ellos serán las propuestas que se presentan más adelante.

[se deja esta hoja expresamente en blanco]

8. RECOMENDACIONES PROPUESTAS POR LA COMISIÓN

"No se debe jamás permitir que se continúe con problemas para evitar una guerra porque no se la evita, sino que se la retrasa con desventaja tuya."

"No hay nada más difícil de planificar, nada con éxito más dudoso, ni nada mas difícil de dirigir que la creación de un nuevo sistema, ya que el innovador tiene asegurada la enemistad de todos los que se beneficiarían con la continuación del viejo sistema, y sólo tibios defensores entre aquéllos que ganarían algo con la implantación del nuevo." .....Nicolás Maquiavelo

1. Recomendación los ámbitos profesionales

a. La Comisión recomienda que las instituciones de educación superior universitaria consideren la manera como, a nivel internacional, se conciben de manera claramente diferenciada el amplio campo de la Computación/Informática y por otra parte a la Ingeniería de Sistemas.
b. La Comisión recomienda rescatar y resaltar que la Ingeniería de Sistemas es un enfoque multidisciplinario orientado a la solución de problemas complejos en la ingeniería y que a nivel internacional la Ingeniería de Sistemas guarda una más cercana relación con la Ingeniería Industrial que con las carreras de Computación/Informática.
c. La Comisión recomienda que se reconozca y difunda que existe el campo de la Computación/Informática, como un amplio campo relacionado históricamente con la aparición y diversificado uso de las computadoras y que ha evolucionado para incluir varias carreras con títulos diferenciados (visión Computación) o un solo título pero la misma amplitud de especialidades (visión Informática).

2. Recomendación sobre las denominaciones de las carreras

a. La Comisión recomienda mantener la denominación de Ingeniería de Sistemas pero que debe recobrar su sentido original y más acorde con las tendencias internacionales.
b. Con respecto al campo de la Computación/Informática, la Comisión recomienda reconocer y difundir el hecho de que hoy básicamente hay dos tendencias a nivel global.

   I. El campo se denomina **Computación** y se reconocen varias carreras:
   - Ingeniería de Computadoras
   - Ciencias de la Computación
   - Sistemas de Información

- Ingeniería de Software
- Tecnologías de Información

II. El campo se denomina **Informática** y se reconoce un solo título:

- Ingeniería Informática.

Dado que es el mismo amplio campo de actuación que el declarado por la Computación, es ilustrativo que en el caso de España se admite ya la necesidad de contar con una formación de pregrado con cierto nivel de especialización, por medio del denominado Perfil Profesional, que por ahora son:

- de Desarrollo de Software
- de Gestión y Explotación de las Tecnologías de Información
- de Sistemas

c. La Comisión recomienda que las denominaciones a emplear sean consecuentes con una de estas dos tendencias, de manera que el nombre y el perfil logrado con la estructura curricular sean coherentes. Se debe evitar crear nuevas denominaciones o combinaciones de ellas, ya que la evidencia empírica muestra que tales iniciativas usualmente no están debidamente sustentadas, no son sostenibles en el tiempo y los costos originados por la confusión y malos entendidos exceden largamente a los supuestos beneficios.

d. Se recomienda que en las comunicaciones formales y en particular en los nombres de las carreras y en los grados y títulos otorgados, se haga un empleo explícito y correcto de estos términos, aunque se reconoce que de manera coloquial se seguirá empleando el término "Sistemas" como expresión abreviada de "Sistemas de Información" y en otros casos como expresión abreviada de "Ingeniería de Sistemas". En esos casos, su correcta interpretación dependerá del contexto en que se expresan.

3. Recomendación sobre los Perfiles Profesionales

a. La Comisión recomienda que Ingeniería de Sistemas en nuestro país recupere el sentido declarado por la INCOSE, como una disciplina de la ingeniería que trata con problemas de complejos ingeniería, que requieren enfoques multidisciplinarios, incluyendo aspectos de gestión.

b. La Comisión recomienda que los perfiles de las carreras en Computación partan de las propuestas dadas por la Computing Curricula o por IFIP que de manera muy resumida y coloquial las expresamos como:

Computing Curricula

Ciencias de la Computación: preocupado por la ampliación del conocimiento en el campo de la computación, investiga, desarrolla y aplica en algoritmos para problemas complejos, teoría de lenguajes de programación y compiladores, gráficos por computadora, inteligencia artificial, etc.

Ingeniero de Software: preocupado por la mejora del proceso software y por el uso adecuado de técnicas, herramientas y métodos para desarrollar productos software de mediana y gran complejidad, alcanzando niveles de calidad y productividad como los exigidos a nivel internacional.

Sistemas de Información: preocupado por el análisis, diseño, selección e implantación de diversas soluciones informáticas que resuelvan los problemas o mejoren los procesos de cualquier organización, con el fin de alcanzar las metas operativas y estratégicas de organización.

Tecnologías de Información: preocupado por la selección, instalación, operación y seguridad de la infraestructura tecnológica que requieren las organizaciones tanto a nivel de hardware (equipos), de software (de base) y de las comunicaciones.

Ingeniería de Computadoras: preocupado por el diseño de componentes hardware, software y firmware que son las bases de los equipos empleados como parte de la infraestructura tecnológica de las organizaciones.

IFIP y otros

Ingeniería Informática, preocupado en producir soluciones y mejoras que las organizaciones necesiten aplicando las tecnologías de la información y comunicación.

4. Recomendación sobre las Estructuras Curriculares

a. La Comisión recomienda que las instituciones de educación superior universitaria, en ausencia de directrices nacionales, para el diseño las estructuras de sus planes de estudio de carreras en Computación, adopten y/o adapten las estructuras curriculares propuestas por organizaciones profesionales de prestigio como ACM, IEEE-CS, AIS y AITP, o IFIP/ANECA. Estas recomendaciones proponen aspectos básicos obligatorios pero consideran la posible existencia de intereses específicos (o locales) de las instituciones universitarias y permiten un suficiente margen de libertad a los diseñadores de planes de estudio.

   Para el caso de **Ingeniería de Sistemas**, se pueden considerar los lineamientos que empieza a desarrollar el INCOSE.

   Estas dos recomendaciones se sustentan por un lado en el liderazgo y prestigio de las instituciones que los respaldan y por otro en la necesidad de mantener una perspectiva internacional que facilite el reconocimiento de los grados y títulos a nivel nacional y sobre todo internacional.

   La Comisión confía que la introducción de éstos modelos curriculares permitirá a las universidades ajustarse con mayor facilidad al perfil más cercano al que ya ofrecen.

b. La Comisión recomienda al CD-Lima del CIP publicar de forma electrónica la recopilación o enlaces de las propuestas existentes sobre estructuras y modelos curriculares, para su uso por las facultades o escuelas de ingeniería que trabajan con programas vinculados a estas carreras.

5. Recomendación sobre la retroalimentación al Informe

a. La comisión recomienda al CD-Lima del CIP realizar diversos eventos donde todos los involucrados o afectados por este informe puedan hacer llegar sus

opiniones y además establecer los mecanismos para recoger la retroalimentación de interesados a nivel nacional e internacional.

b. La comisión recomienda que las opiniones recogidas sean empleadas para mejorar y perfeccionar este informe.

6. Recomendaciones sobre la carrera de Ingeniería de Sistemas

a. La Comisión recomienda al CD-Lima del CIP iniciar una campaña de orientación a las personas e instituciones sobre lo que compete al ámbito de la Ingeniería de Sistemas y exhortar a las universidades a que ajusten sus planes de estudio tomando como referencia alguna propuesta internacional propia de la Ingeniería de Sistemas o iniciar una migración de la denominación hacia uno que refleje mejor el perfil profesional que ofrecen y que de igual forma deberían ajustarse a lo que se señale en alguna propuesta internacional.

b. Considerando que las instituciones profesionales y de acreditación relacionadas con la Ingeniería de Sistemas no establecen un modelo curricular específico, se recomienda que las universidades que ofrecen esta especialidad aúnen esfuerzos que les permita definir un perfil y su modelo curricular respectivo y así poder enfrentar exitosamente un futuro proceso de acreditación.

7. Recomendaciones sobre las Carreras Relacionadas a la Computación e Informática

a. La comisión recomienda al CD-Lima del CIP iniciar una campaña de orientación a todos los interesados sobre lo que compete a las carreras vinculadas a la Computación/Informática, y exhortar a las universidades a que ajusten el perfil profesional y sus planes de estudio tomando como referencia una propuesta internacional, haciendo los ajustes necesarios a sus denominaciones para que sean claros y coherentes.

b. En ese sentido, la Comisión recomienda que si alguna universidad toma una denominación considerada en las propuestas internacionales señaladas, ésta debe ofrecer un plan de estudios compatible a ella y buscar la acreditación de esa carrera con el organismo correspondiente.

8. Recomendaciones sobre la Acreditación

a. La Comisión recomienda al CD-Lima del CIP, que en su calidad de miembro de la Junta General de ICACIT, fortalezca el apoyo a esta entidad, tal como lo indicara el Decano Departamental Ing. Javier Pique en su discurso de toma de posesión de su cargo en 2006, ya que la acreditación es un importante mecanismo que ayuda a la mejora de la calidad de la enseñanza universitaria.

9. Recomendaciones sobre la afiliación al CIP

a. La Comisión recomienda al CD-Lima del CIP fortalecer la difusión de la necesidad de colegiarse, además de otros fines, como un medio que le permite participar y contribuir con el pleno desarrollo de su profesión y un mejor reconocimiento y aprecio de ella por la sociedad.
b. La Comisión recomienda mantener la denominación del **Capítulo de Ingeniería Industrial y de Sistemas**, dada la afinidad que ambas carreras muestran en las referencias internacionales encontradas por este trabajo y considerando el sentido original que se debe recuperar de la Ingeniería de Sistemas.
c. La Comisión, considerando el actual desarrollo del campo de la Computación e Informática y la importancia que el adecuado entendimiento y desarrollo de sus profesionales tiene para el país, recomienda crear un **Capítulo de Computación e Informática**, el cual agrupará a las profesiones que cubren este amplio campo
d. La Comisión, considerando precisamente la compleja situación experimentada en el desarrollado en este campo en nuestro país, recomienda conformar una Comisión encargada de establecer las denominaciones y perfiles adecuados de las profesiones que se agruparán dentro de este nuevo capítulo. Además de considerar las denominadas Ingeniería Informática e Ingeniería de Software, se sugiere que se considere la posibilidad de establecer Ingeniería de Sistemas de Información, como una manera de facilitar la transición a los que ya tienen el título de Ingenieros de Sistemas y trabajan en el campo de la computación/informática; igualmente se sugiere que en el caso de programas universitarios que quieran anteponer el nombre de ingeniería sus programas en sistemas de información, deberán cubrir la formación básica común de un ingeniero que defina el CIP.

   Otras consideraciones que dicha Comisión debería abordar, será el desarrollo de un mecanismo formal de reconocimiento y admisión a dicho Capítulo de profesionales que tengan un título de ingeniero y al menos diez años de ejercicio laboral en este campo, o de modo alternativo, un título de ingeniero y una certificación otorgada por una organización internacional, las cuales serán definidas por la Comisión. Este procedimiento *ad-hoc* estará vigente por un número de años prudencial, hasta que el sistema universitario peruano se adecue plenamente a los lineamientos que adopte el nuevo Capítulo.
e. La Comisión recomienda que el propuesto Capítulo de **Computación e Informát**ica, tome como otra de sus tareas iniciales el establecer los requerimientos mínimos a cumplir por los actuales programas de complementación profesional universitaria dirigidos a técnicos graduados de institutos superiores.

[se deja esta hoja expresamente en blanco]

REFERENCIAS

BÁSICAS

Joint Task Force on Computing Curricula 2004: ACM – AIS – IEEE-CS

2005 Computing Curricula 2005 – The Overview Report

61 páginas. Abril 11, 2005.

http://www.acm.org/education

http://www.computer.org/education

Association for Computing Machinery (ACM)

2004 Model Curriculum and Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering

150 páginas. Diciembre 12, 2004.

http://www.computer.org/ …….

Joint Task Force on Computing Curricula 2004: ACM – IEEE-CS

2001 Computing Curricula 2001 – Computer Science

236 páginas. Diciembre 15, 2002.

http://www.acm.org/education

ACM – AIS – AITP

2002 IS 2002 - Model Curriculum and Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems

52 páginas.

http://www.aisnet.org/Curriculum

The Joint Task Force on Computing Curricula: ACM – IEEE-CS

2004 Software Engineering 2004 – A Volume of the Computing Curricula Series

135 páginas. Agosto 23, 2004.

http://www.computer.org/education

ACM – AIS – AITP

2005 Model Curriculum and Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Technology

115 páginas. Abril 2005.

http://www.aisnet.org/Curriculum

Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad (ANECA)

2004 Título de Grado en Ingeniería Informática

Josep Canovas, et al. 388 páginas.

http://www.aneca.es/modal_eval/docs/libroblanco_informatica.pdf

International Federation for Information Processing (IFIP)

2000 Informatics Curriculum Framework 2000 for Higher Education.

Fred Mulder & Tom van Weert. 135 páginas. UNESCO, Paris.

http://www.ifip.or.at

INCOSE - The International Council on Systems Engineering

2006 http://www.incose.org/practice/whatissystemseng.aspx

http://www.incose.org/practice/fellowsconsensus.aspx

http://www.incose.org/educationcareers/careersinsystemseng.aspx

ABET - Accreditation Board for Engineering and Technology

2006 http://www.abet.org

COMPLEMENTARIAS

William T. Moye

1996 ENIAC: The Army-Sponsored Revolution

http://ftp.arl.mil/~mike/comphist/96summary/

[visitado en 18/04/2006]

Computer History Museum

2006 http://www.computerhistory.org/

[visitado en 18/04/2006]

Universidad de Granada – España / E.T.S. de Ingeniería Informática

2006 Historia de la Computación

http://www-etsi2.ugr.es/alumnos/mlii/

[visitado en 18/04/2006]

Jorge Machado Lima-Peru

2006 La Era de la Computación

http://www.persystems.com/historia/index.htm

[visitado en 18/04/2006]

David Salisbury

2006 George Forsythe, His Vision and Its Effects

http://www-db.stanford.edu/pub/voy/museum/ForsytheNews.html

[visitado en 18/04/2006

John R. Rice, Saul Rosen

2006 Computer Sciences at Purdue University-1962 to 2000

http://csdl2.computer.org/persagen/DLAbsToc.jsp?resourcePath=/dl/mags/an/&toc=comp/mags/an/2004/02/a2toc.xml&DOI=10.1109/MAHC.2004.1299659

[visitado en 18/04/2006]

Knuth, Donald E.

1972 George Forsythe and the Development of Computer Science

Communications of the ACM, August 1972. Vol. 5 Number8.

An Information Systems-Centric Curriculum – Program Guidelines

1999 Doris K. Lidtke, Gordon E.Stokes et al.

http://www.iscc.unomaha.edu

SWEBOK. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge – 2004 Version

2004 IEEE-Computer Society. 2004 (SWEBOK, 2004).

200 páginas aprox. Feb. 16, 2005.

http://www.swebok.org

ABET - Accreditation Board for Engineering and Technology

2006 EAC Engineering Accreditation Commission: Criteria for Accrediting Engineering Programs

http://www.abet.org

Career Space

2001 Directrices para el Desarrollo Curricular

http://www.career-space.com/downloads/Spanishcurguid.pdf

Career Space

2001 Perfiles de Capacidades Profesionales Genéricas de TIC

http://www.career-space.com/

Futura

2005 http://definition.futura-sciences.com/I/informatique.html

[visitado en 03/04/2005 07:16:05 p.m.]

ISACA

2004

http://www.isaca.org/Content/NavigationMenu/Students_and_Educators/Model_Curriculum/ ISACAModelCurriculum24September04.pdf

ASQ

2005 http://www.asq.org/certification/software-quality-engineer/

Computer

2005
http://www.computer.org/portal/site/ieeecs/menuitem.c5efb9b8ade9096b8a9ca0108bcd45f3/

index.jsp?&pName=ieeecs_level1&path=ieeecs/education/certification&file=index.xml&xsl=generic.xsl&

Tout-savoir

2005 http://www.tout-savoir.net/lexique.php?rub=definition&code=3783

[visitado en 03/04/2005 07:17:26 p.m.]

Audiovisual

2005
http://www2.canalaudiovisual.com/ezine/books/acjirINFORMATICA/1info01.htm

[visitado en 03/04/2005 07:29:05 p.m.]

DRAE

2005 http://www.rae.es/

[visitado en 03/04/2005 07:29:05 p.m.]

IFIP - International Federation for Information Processing

http://www.ifip.or.at/

[03/04/2005 08:12:08 p.m.]

Fred Mulder, Tom Van Weert

2000 Informatics Curriculum Framework 2000 for Higher Education, International Federation for Information Processing, UNESCO, Paris 2000.

http://www.ifip.or.at/pdf/ICF2001.pdf

UEALC 6x4

2005 Tomado del Glosario de Términos del Proyecto 6 x 4 UEALC Un dialogo universitario

Bauer, Walter F.

1996 http://www.softwarehistory.org/history/bauer1.html

[03/08/2005 09:13:08 p.m.]

Torroella

2005 http://saludparalavida.sld.cu/modules.php?name=News&file=article&sid=232

Carlos Tünnermann Bernheim

1995 La Educación Permanente y su Impacto en la Educación Superior

LOS MIEMBROS DE LA COMISIÓN



José Valdez Calle. CIP 666. Ingeniero Mecánico Electricista UNI, Ex docente UNI (20 años): Fuerza Motriz, Tecnología Eléctrica, Iluminación. Ha sido Gerente y/o Director de Proyectos en los campos de Electricidad, Transporte, Industria, Minería y Computación. Premiado 36 veces por instituciones profesionales, educativas y cívicas, entre ellas Colegio de Ingenieros: Ing. Eminente, Medalla de Oro. En IEEE Mundial: Life Fellow, Ing. Eminente R9, 100th Anniversary Medal; Millennium Medal. En IPAE; Empresario del Año. Orden de Santiago de Surco. Actualmente: Director de Cosapi Data (Presidente), Cosapi Soft (Presidente), PROSAC (Presidente) Cosapi Ingeniería y Construcción (VicePresidente). Institucionalmente: Presidente de ICACIT y de los Consejos Consultivos de AEP, IEEE Sección Perú, AEP, APROPO, CINTECIN. **valdezj@speedy.com.pe**



Arturo Simich López. Ingeniero de Sistemas UNI, con Maestría en Finanzas en la U. del Pacífico, estudios en Sistemas Integrados de Banca Electrónica Inc., Omaha-USA. Docente a tiempo parcial en la UNI, ha sido miembro del equipo ganador de Creatividad Empresarial 2001, 2003 y 2005 en la categoría de Servicios Bancarios. Con 15 años de experiencia profesional ha sido Jefe de Operaciones Bancarias y en la actualidad es Jefe de Seguridad de Información en Interbank. **asimich@intercorp.com.pe**



Guillermo Pacheco M. CIP 17242. Es Ingeniero Electrónico y terminó la maestría en Ingeniería de Sistemas por la UNI, es Master en Administración de Empresas por la U. del Pacífico y Doctorando en Ciencias Administrativas por la U.N.M.S.M. Ha sido Gerente de Banca Electrónica en el Banco Continental, Gerente de Operaciones y Sistemas de Unibanca, Docente en la UNI y Presidente de APESOFT. Actualmente es Director y Gerente en Novatronic SAC, Director del Comité de Gobierno y Leyes de APESOFT y Director del Proyecto PACIS. **gpacheco@novatronic.com**



Ludvik D. Medic. Es Ingeniero Mecánico por la PUCP; *stage* en Electrónica en Sophia University, Japón; terminó la maestría en Informática de la PUCP; doctorando en Administración por la U. Politécnica de Cataluña. Ha sido coordinador fundador de la Sección Electrónica de la PUCP; funcionario del Acuerdo de Cartagena y Gerente de Informática de COFIDE. Actualmente es Director de las carreras de Ingeniería de Software e Ingeniería de Sistemas de Información de la UPC. **lmedic@upc.edu.pe**



Nelly Huarcaya Junes. CIP 40956. Es Ingeniero de Sistemas por la UNI, terminó la maestría de Administración de empresas en la U. del Pacífico, diplomada en Informática Jurídica, Derecho Informático y Negocios Electrónicos en la UIGV. Es Auditora de Sistemas y Consultora en Gestión de Proyectos Informáticos y Calidad de Software. Ha sido Directora del Programa de Ingeniería de Sistemas en la UNIFE y miembro del Consejo Directivo del Capìtulo de Ingeniería Industrial y de Sistemas del CDL-CIP. Es delegada a la Asamblea del CDL-CIP. **nel_ale@yahoo.com**



Abraham Dávila.. CIP 56364. Ingeniero Mecánico, Magíster en Informática y Diplomado en Gestión Educativa por la PUCP, Doctorando en Ingeniería Informática en la Universidad Politécnica de Madrid. Profesor Asociado y Coordinador de Ingeniería Informática de la PUCP. Secretario del Comité Técnico de Normalización en Ingeniería de Software y Sistemas de Información. Consultor en Ingeniería de Software y en particular de calidad. **abraham.davila@pucp.edu.pe**



Ernesto Cuadros Vargas. CIP 57517. Recibió el titulo de Ing. de Sistemas por la UCSM en 1995, recibió el grado académico de Master en Ciencia de la Computacion en la Universidad de Sao Paulo-Brasil en 1998. Recibió el grado de Doctor en Ciencia de la Computación entre la Universidad de Sao Paulo-Brasil, *Carnegie Mellon University* y la *Technischen Universitat Berlin*-Alemania en 2000-2004. Es uno de los fundadores Sociedad Peruana de Computacion, representante de Perú ante el CLEI, miembro del Educational Activities Board de IEEE y Director del Programa de Informática de la UCSP-Arequipa. **ecuadros@spc.org.pe**

AGRADECIMIENTOS

La Comisión agradece a todas las personas que han contribuido en la elaboración de este informe ya sea aportando ideas, comentarios, datos o revisiones previas y finales. Estas personas han participado en:

José Baiocchi	Traducción de la sección 3.4 y revisión de la traducción de la sección 2.3 del documento Overview de Computing Curricula 2005.
Carla Basurto	Revisión de redacción de parte I y revisión de la traducción de Informatic Currículo Framework de IFIP.
Silvana Bernaola	Revisión de traducciones y redacción de la parte I.
Roberto Calmet	Información sobre los primeros años de la carrera en la Universidad de Nacional Mayor de San Marcos.
Zalatiel Carranza	Información sobre la Universidad de Lima.
Pedro Del Barco	Comentarios sobre la evolución de la Ingeniería de Sistemas en el Perú.
Julio Gonzáles	Comentarios sobre la evolución de la Ingeniería de Sistemas en el Perú.
Daniel Llanos	Cometarios sobre la Ingeniería de Sistemas.
Augusto Mellado	Comentarios sobre la evolución de la Ingeniería de Sistemas en el Perú.
Jorge Ríos	Información sobre la Pontificia Universidad Católica del Perú.
Ricardo Rodríguez	Cometarios sobre la Ingeniería de Sistemas.
Jorge Solís	Comentarios sobre la evolución de la Ingeniería de Sistemas en el Perú.

ANEXOS

1. **Universidades USA con programas acreditados en *Computer Engineering***
2. **Universidades USA con programas acreditados en *Computer Science***
3. **Universidades con programas en *Software Engineering***
4. **Universidades con *Information Systems* (AIS)**
5. **Universidades de España con programas en Ingeniería Informática**
6. **Universidades USA con programas acreditados en *Systems Engineering***
7. **Universidades del Perú y sus programas**
8. **Algunas Consideraciones tomadas de la *Computing Curricula***
9. **Computación Científica**
10. **Algunas Consideraciones IFIP**

ANEXO 1

1. Universidades USA con programas acreditados en *Computer Engineering*

1. Air Force Institute of Technology (MS)
2. Akron, The University of
3. Alabama in Huntsville, The University of
4. Alabama, The University of [5]
5. Arizona State University [3]
6. Arizona, University of
7. Arkansas, University of
8. Auburn University
9. Baylor University [2]
10. Boston University [3]
11. Bridgeport, University of
12. Brigham Young University
13. Bucknell University [1]
14. California Polytechnic State University, San Luis Obispo
15. California State University, Chico
16. California State University, Fresno
17. California State University, Long Beach
18. California State University, Sacramento
19. California, Berkeley, University of [1]
20. California, Davis, University of
21. California, Davis, University of [1]
22. California, Irvine, University of
23. California, Los Angeles, University of [1]
24. California, Riverside, University of
25. California, Santa Cruz, University of
26. Carnegie Mellon University [2]
27. Case Western Reserve University
28. Central Florida, University of
29. Christopher Newport University
30. Cincinnati, University of
31. Clarkson University
32. Clemson University
33. Colorado at Boulder, University of [2]
34. Colorado Technical University
35. Connecticut, University of [1]
36. Dayton, University of
37. Delaware, University of
38. Denver, University of
39. Drexel University
40. Duke University [2]
41. Embry-Riddle Aeronautical University - Daytona Beach
42. Embry-Riddle Aeronautical University - Prescott
43. Evansville, University of
44. Florida Atlantic University
45. Florida Institute of Technology
46. Florida International University (University Park)
47. Florida, University of
48. Florida, University of
49. George Mason University
50. George Washington University, The
51. Georgia Institute of Technology
52. Georgia Institute of Technology
53. Gonzaga University
54. Houston-Clear Lake, University of [3]
55. Idaho, University of
56. Illinois at Chicago, University of
57. Illinois at Urbana-Champaign, University of
58. Illinois Institute of Technology
59. Indiana University-Purdue University Indianapolis
60. Iowa State University
61. Johns Hopkins University, The
62. Kansas State University
63. Kansas, The University of
64. Kettering University
65. Lafayette College [2]
66. Lehigh University
67. Louisiana State University and A&M College
68. Louisville, University of [6] (ME)
69. Maine, University of
70. Manhattan College
71. Marquette University
72. Maryland Baltimore County, University of
73. Maryland College Park, University of
74. Massachusetts Amherst, University of
75. Massachusetts Dartmouth, University of
76. Massachusetts Institute of Technology [1]
77. Miami, University of
78. Michigan State University
79. Michigan, University of
80. Michigan-Dearborn, University of
81. Milwaukee School of Engineering
82. Minnesota Duluth, University of [2]
83. Minnesota-Twin Cities, University of
84. Mississippi State University

85. Missouri-Columbia, University of
86. Missouri-Rolla, University of
87. Montana State University - Bozeman
88. Nebraska-Lincoln, University of
89. Nebraska-Lincoln, University of
90. New Jersey Institute of Technology
91. New Mexico, University of
92. New York at Binghamton, State University of
93. New York at Buffalo, State University of
94. New York at New Paltz, State University of
95. New York at Stony Brook, State University of
96. New York Institute of Technology, Old Westbury Campus [2]
97. North Carolina State University at Raleigh
98. Northern Arizona University [1]
99. Northwestern University
100. Notre Dame, University of
101. Oakland University
102. Ohio Northern University
103. Ohio State University, The
104. Ohio State University, The [1]
105. Oklahoma, The University of
106. Old Dominion University
107. Oregon State University
108. Pacific, University of the
109. Pennsylvania State University
110. Pennsylvania State University, Behrend College
111. Pennsylvania, University of [7]
112. Pittsburgh, University of
113. Polytechnic University
114. Portland State University
115. Puerto Rico, Mayaguez Campus, University of
116. Purdue University at West Lafayette
117. Rensselaer Polytechnic Institute [4]
118. Rhode Island, University of
119. Rochester Institute of Technology
120. Rochester, University of [2]
121. Rose-Hulman Institute of Technology
122. Rowan University [2]
123. San Jose State University
124. Santa Clara University
125. South Alabama, University of
126. South Carolina, University of
127. South Dakota School of Mines and Technology
128. South Florida, University of
129. Southern Illinois University at Carbondale
130. Southern Illinois University-Edwardsville
131. Southern Methodist University
132. Stevens Institute of Technology
133. Syracuse University
134. Tennessee at Knoxville, University of
135. Tennessee Technological University
136. Texas A & M University
137. Texas at Arlington, University of [1]
138. Texas at Austin, University of [5]
139. Texas Tech University
140. Toledo, The University of [1]
141. Tufts University
142. Union College
143. United States Air Force Academy
144. Utah State University
145. Utah, University of
146. Vanderbilt University
147. Villanova University
148. Virginia Polytechnic Institute and State University
149. Virginia, University of
150. Washington State University
151. Washington University
152. Washington, University of
153. West Virginia University
154. Western Michigan University
155. Wichita State University
156. Wisconsin-Madison, University of
157. Worcester Polytechnic Institute [2]
158. Wright State University

	Computer Engineering	(130)
[1]	Computer Science and Engineering	(10)
[2]	Electrical and Computer Engineering	(10)
[3]	Computer Systems Engineering	(3)
[4]	Computer and Systems Engineering	(1)
[5]	Computer Engineering Option in Electrical Engineering	(2)
[6]	Engineering Mathematics and Computer Science (ME)	(1)
[7]	Computer and Telecommunications Engineering	(1)

Fuente: ABET

ANEXO 2

2. Universidades USA con programas acreditados en *Computer Science*

1. Alabama in Huntsville, The University of
2. Alabama, The University of
3. Alaska Fairbanks, University of
4. American University in Cairo, The
5. Appalachian State University
6. Arizona State University
7. Arkansas at Little Rock, University of
8. Armstrong Atlantic State University
9. Auburn University
10. Baylor University
11. Boise State University
12. Bowie State University
13. Brigham Young University
14. Bucknell University
15. Bucknell University {1}
16. California Polytechnic State U., San Luis Obispo
17. California State Polytechnic U., Pomona
18. California State University, Chico
19. California State University, Dominguez Hills
20. California State University, Fullerton
21. California State University, Long Beach
22. California State University, Northridge
23. California State University, Sacramento
24. California State University, San Bernardino
25. California, Berkeley, University of {1}
26. California, Davis, University of {1}
27. California, Los Angeles, University of
28. California, Los Angeles, University of {1}
29. California, Santa Barbara, University of
30. California, Santa Barbara, University of
31. Calvin College
32. Case Western Reserve University
33. Central Connecticut State University
34. Central Florida, University of
35. Charleston, College of
36. Clemson University
37. Coastal Carolina University
38. Colorado at Colorado Springs, University of
39. Connecticut, University of
40. Connecticut, University of {1}
41. Drexel University
42. East Tennessee State University
43. Eastern Kentucky University
44. Eastern Washington University
45. Fairleigh Dickinson University (Teaneck Campus)
46. Florida A & M University {2}
47. Florida Atlantic University
48. Florida Institute of Technology
49. Florida International University (U. Park)
50. Florida State University {2}
51. Florida State University {2}
52. George Mason University
53. George Washington University, The
54. Georgia Institute of Technology
55. Georgia Southern University
56. Grambling State University
57. Hampton University
58. Houston, University of
59. Houston-Clear Lake, University of
60. Howard University {3}
61. Idaho, University of
62. Illinois at Chicago, University of
63. Illinois at Urbana-Champaign, University of
64. Illinois Institute of Technology
65. Illinois State University
66. Iowa State University
67. Jackson State University
68. Kansas State University
69. Kansas, The University of
70. Lafayette College
71. Lamar University
72. Lehigh University
73. Louisiana at Lafayette, University of
74. Louisiana at Monroe, University of
75. Louisiana State University, Shreveport
76. Louisiana Tech University
77. Louisville, University of
78. Loyola College in Maryland
79. Maine, University of
80. Maryland Baltimore County, University of
81. Massachusetts Dartmouth, University of
82. Massachusetts Institute of Technology {1}
83. Massachusetts Institute of Technology
84. Massachusetts Lowell, University of
85. McNeese State University
86. Mercer University
87. Michigan-Dearborn, University of {2}
88. Middle Tennessee State University
89. Millersville University of Pennsylvania
90. Minnesota Duluth, University of
91. Mississippi State University
92. Mississippi, University of
93. Missouri-Rolla, University of
94. Montana State University - Bozeman

95. Montana Tech of the University of Montana
96. Montana, University of
97. Montclair State University
98. Nevada-Las Vegas, University of
99. Nevada-Reno, University of
100. New Hampshire, University of
101. New Haven, University of
102. New Jersey Institute of Technology
103. New Jersey Institute of Technology
104. New Jersey, College of
105. New Mexico, University of
106. New Orleans, University of
107. New York at Binghamton, State University of
108. New York at Brockport, State University of
109. New York at New Paltz, State University of
110. New York, College of Staten Island, City U. of
111. Nicholls State University
112. Norfolk State University
113. North Carolina Agricultural and Tech. State U.
114. North Carolina at Greensboro, University of
115. North Carolina State University at Raleigh
116. North Dakota State University
117. North Dakota, University of
118. North Florida, University of {2}
119. North Texas, University of
120. Northeastern University
121. Northern Arizona University
122. Oakland University
123. Ohio State University, The {1}
124. Ohio University
125. Oklahoma, The University of
126. Oregon State University
127. Pace University
128. Pacific Lutheran University
129. Pacific, University of the
130. Polytechnic University
131. Portland State University
132. Prairie View A & M University
133. Radford University
134. Robert Morris University {2}
135. Rochester Institute of Technology
136. Rowan University
137. San Diego State University
138. San Francisco State University
139. San Jose State University
140. Scranton, University of
141. South Alabama, University of {2}
142. South Alabama, University of {2}
143. South Carolina Spartanburg, University of
144. South Carolina, University of
145. South Dakota School of Mines and Technology
146. South Florida, University of
147. Southeastern Louisiana University
148. Southern Connecticut State University
149. Southern Illinois University-Edwardsville
150. Southern Maine, University of
151. Southern Methodist University
152. Southern Mississippi, University of
153. Southern U. and Agri. & Mechanical College
154. Southwest Missouri State University
155. St. Cloud State University
156. Stephen F. Austin State University
157. Syracuse University
158. Tennessee at Chattanooga, University of
159. Tennessee at Chattanooga, University of
160. Texas A & M University
161. Texas at Arlington, University of {1}
162. Texas at El Paso, University of
163. Texas Christian University
164. Texas State University - San Marcos
165. Texas-Pan American, The University of
166. Toledo, The University of {1}
167. Towson University
168. Tulane University
169. Tulsa, The University of
170. United States Air Force Academy
171. United States Military Academy
172. United States Naval Academy
173. Utah State University
174. Utah Valley State College
175. Vanderbilt University
176. Villanova University
178. Virginia Commonwealth University
179. Virginia Polytechnic Institute and State U.
180. Washington State University
190. Washington State University
191. West Georgia, State University of
192. Western Kentucky University
193. Western Michigan University
194. Western Washington University
195. Winston-Salem State University
196. Winthrop University
197. Wisconsin - Eau Claire, University of
198. Worcester Polytechnic Institute
199. Wright State University
200. Wyoming, University of

{1} Computer Science and Engineering {2} Computer and Information Science {3} Systems and Computer Science

Fuente: ABET

ANEXO 3

3. Universidades con programas en *Software Engineering*

USA
- Auburn University
- Drexel University
- Florida State University
- Milwaukee School of Engineering
- Mississippi State University
- Monmouth University
- Rochester Institute of Technology
- University of Michigan-Dearborn
- University of Wisconsin-Platteville

Canadá
- Carleton University
- Concordia University
- McMaster University
- University of New Brunswick
- University of Ottawa
- University of Waterloo
- University of Western Ontario

UK
- Napier University
- University of Bradford
- University of Brighton
- University of Durham
- University of Strathclyde
- University of Wales, Aberystwyth

Australia
- Australian National University
- Curtin University of Technology
- Griffith University
- Monash University
- Murdoch University
- RMIT University
- Swinburne University of Technology
- University of Melbourne
- University of Newcastle
- University of New South Wales
- University of Queensland
- University of South Australia
- University of Sydney
- University of Western Australia

New Zealand
- Massey University
- University of Auckland

Philippines
- Central Philippine University

Macau
- University of Macau

Honk Kong
- The University of Honk Kong

Perú
- Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

Fuente: ABET y páginas web de las universidad
Fecha: marzo 2004

ANEXO 4

4. Universidades con *Information Systems*

Universidades con programas acreditados en *Information Systems* (ABET)

Drexel University, College of Information Science & Technology	Information Systems	BS [2003]
Illinois State University	Information Systems	BS [2003]
Jacksonville State University	Computer Information Systems (Science Track)	BS [2005]
James Madison University	Computer Information Systems	BBA [2005]
Kennesaw State University	Information Systems	BS [2004]
Lock Haven University of Pennsylvania	Computer Information Science	BS [2005]
Miami University	Systems Analysis	BS [2005]
University of Nebraska at Omaha	Management Information Systems	BS [2004]
New Jersey Institute of Technology	Information Systems	BA [2004]
	Information Systems	BS [2004]
University of North Florida	Information Systems	BS [2003]
Pace University	Information Systems	BS [2002]
Robert Morris University	Information Systems Management	BS [2003]
University of Scranton	Computer Information Systems	BS [2005]
Slippery Rock University	Information Systems	BS [2005]
University of South Alabama	Computer and Information Sciences, Information Systems Specialization	BS [2003]
Virginia Commonwealth University	Information Systems	BS [2003]

Universidades con programas en *Information Systems* listados por la AIS

Australia
Griffith University, School of Management:
University of South Australia, Accounting and Information Systems:

Canada
University of Manitoba, Accounting and Finance

Colombia
Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Administración de Sistemas de Información

Israel
Ben-Gurion University, Department of Information Systems Engineering

México
ITESM Campus Estado de Mexico, Sistemas de Información

Primeras universidades con programas acreditados en *Information Technology* (ABET)

Georgia Southern University	Information Technology	BS [2005]
Rochester Institute of Technology	Information Technology	BS [2005]
University of South Alabama	Computer and Information Sciences, Information Technology Specialization	BS [2005]

ANEXO 5

5. Universidades de España con programas en Ingeniería Informática

1. Universidad Alfonso X El Sabio
2. Universidad Autónoma de Madrid
3. Universidad Carlos III de Madrid
4. Universidad Complutense de Madrid
5. Universidad de A Coruña
6. Universidad de Alcalá
7. Universidad de Alicante
8. Universidad de Almería
9. Universidad de Burgos
10. Universidad de Cádiz
11. Universidad de Castilla - La Mancha
12. Universidad de Córdoba
13. Universidad de Deusto
14. Universidad de Extremadura
15. Universidad de Granada
16. Universidad de Jaén
17. Universidad de La Laguna
18. Universidad de La Rioja
19. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
20. Universidad de León
21. Universidad de Málaga
22. Universidad de Murcia
23. Universidad de Oviedo
24. Universidad de Salamanca
25. Universidad de Sevilla
26. Universidad de Valladolid
27. Universidad de Vigo
28. Universidad de Zaragoza
29. Universidad del País Vasco
30. Universidad Europea de Madrid
31. Universidad Nacional de Educación a Distancia
32. Universidad Politécnica de Madrid
33. Universidad Politécnica de Valencia
34. Universidad Pontificia Comillas de Madrid
35. Universidad Pontificia de Salamanca
36. Universidad Pública de Navarra
37. Universidad Rey Juan Carlos
38. Universidad San Pablo CEU
39. Universitat Autonòma de Barcelona
40. Universitat de Barcelona
41. Universitat de Girona
42. Universitat de Lleida
43. Universitat de Valencia
44. Universitat de les Illes Balears
45. Universitat Internacional de Catalunya
46. Universitat Jaume I
47. Universitat Oberta Catalunya
48. Universitat Politècnica de Catalunya
49. Universitat Pompeu Fabra
50. Universitat Ramon Llull
51. Universitat Rovira i Virgili
52. Universitat de Vic
53. Mondragon Unibertsitatea
54. Universidad Miguel Hernández de Elche
55. Universidad de Huelva
56. Universidad de Santiago de Compostela

En realidad, esta es la relación de universidades que participaron en proyecto de **ANECA** sobre el **Título de Grado en Ingeniería Informática** en el marco del nuevo Espacio Europeo de Educación Superior. Al respecto allí se menciona que: "*Se puede decir que la casi totalidad de universidades que imparten Informática, a través de uno o varios de sus centros ha intervenido, en alguna medida, en el desarrollo del proyecto*."

ANEXO 6

6. Universidades USA con programas acreditados en *Systems Engineering*

1.	Air Force Institute of Technology	Systems Engineering	(MS) [1975]
2.	Arizona, University of	Systems Engineering	(BSSE) [1981]
3.	Arkansas, University of	Transportation Engineering	(MS) [1997]
4.	Case Western Reserve University	Systems and Control Eng.	(BS) [1971]
5.	Florida, University of	Industrial and Systems Eng.	(BS) [1936]
6.	George Mason University	Systems Engineering	(BS) [1995]
7.	Michigan-Dearborn, University of	Industrial and Systems Eng.	(BS) [1975]
8.	New York at Binghamton, State Univ. of	Systems and Industrial Eng.	(BS) [2002]
9.	Oakland University	Systems Engineering	(BS) [1979]
10.	Ohio State University, The	Industrial and Systems Eng.	(BS) [1936]
11.	Ohio University	Industrial and Systems Eng.	(BS) [1968]
12.	Pennsylvania, University of	Systems Science and Eng.	(BS) [1982]
13.	Rensselaer Polytechnic Institute	Computer and Systems Eng.	(BS) [1978]
14.	San Jose State University	Industrial and Systems Eng.	(BS) [1963]
15.	United States Military Academy	Systems Engineering	(BS) [1997]
16.	United States Naval Academy	Systems Engineering	(BS) [1970]
17.	Virginia Polytechnic Institute and State U.	Industrial and Systems Eng.	(BS) [1936]
18.	Virginia, University of	Systems Engineering	(BS) [1981]
19.	Washington University	Systems Science and Eng.	(BS) [1977]
20.	Wright State University	Industrial and Systems Eng.	(BS) [2002]
21.	Youngstown State University	Industrial and Systems Eng.	(BE) [1988]
22.	Wright State University	Human Factors Engineering	(BS) [1994]
23.	Pennsylvania, University of	Civil Engineering Systems	(BS) [1936]
24.	Texas at Dallas, University of	Telecommunications Eng.	(BS) [2000]

Fuente: ABET

Council of Engineering Systems Members

- Air Force Institute of Technology
  AF Center For System Engineering
- Arizona State University
  Department of Industrial Engineering
- Cambridge University
  Manufacturing and Management Division
- Carnegie Mellon University
  Engineering and Public Policy
  Institute For Complex Engineered Systems
- Chalmers University of Technology
- Colorado School of Mines
  Engineering Systems
- Cornell University
  Systems Engineering Program
- Delft University of Technology
  Faculty of Technology, Policy and Management
- **Ecole Polytechnique**
  Ecole Polytechnique-Thales Chair "Engineering of Complex Systems"
- ETH Zurich
- George Mason University
  Dept. of Systems Engineering and Operations Research

- Georgia Institute of Technology
  Industrial and System Engineering
  Tennenbaum Institute
- Imperial College London
- **Massachusetts Institute of Technology**
  Engineering Systems Division
- National University of Singapore
  Engineering Systems Initiative
- Naval Post Graduate School
  Institute of System Engineering
  Department of Systems Engineering
- Old Dominion University
  National Centers For System of Systems Engineering
  Department of Engineering Management & Systems Engineering
- Oregon State University
- Princeton University
  Operations Research and Financial Engineering
- Purdue University
  System of System Area
- Queensland University of Technology
  School of Engineering Systems
- Rensselaer Polytechnic Institute
  Decision Sciences and Engineering Systems
- Simon Fraser University
- Stanford University
  Management Science and Engineering
- Stevens Institute of Technology
  System Engineering
- Technical University of Lisbon
  Center For Innovation, Technology and Public Policy
- United States Air Force Academy
- University of Arizona
  Systems and Industrial Engineering Department
- University of Arkansas at Little Rock
  Systems Engineering Department
- University of California, San Diego
  (Professional) Masters in Architecture – based Enterprise Systems Engineering
- University of Groningen
- University of Illinois, UC
  Program in Systems and Entrepreneurial Engineering
  Department of Industrial and Enterprise Systems Engineering
- University of Massachusetts
  Program Under Consideration
- University of Michigan
  Industrial and Operations Engineering
- University of Missouri – Rolla
  Systems Engineering
- University of Oregon
  Program Under Development
- University of South Australia
  System Engineering Department
- University of Southern California
  Systems Architecture and Engineering Program
- University of Virginia
  Systems and Information Engineering

ANEXO 7

7.a Universidades del Perú y Programas relacionados - 2006

Importante: la presente relación es para efectos propios del presente estudio; no implica ningún tipo de reconocimiento del estado de funcionamiento de la universidad o valoración de la carrera.

Región / Universidad	URL	Programa
Abancay		
U. Particular Tecnológica de los Andes	www.utea.edu.pe	Ing. de Sistemas
Ancash		
U. Nacional del Santa	www.uns.edu.pe	Ing. de Sistemas e Informática
U. Privada San Pedro	www.upsp.edu.pe	Ing. Informática y de Sistemas
U. los Ángeles de Chimbote	---	Ing. de Sistemas
Apurímac		
U. Nacional José María Arguedas	---	Ing. de Sistemas
U. Nacional Micaela Bastidas de Apurímac	www.unamba.edu.pe	Ing. Informática y Sistemas
Arequipa		
U. Nacional de San Agustín	www.unas.edu.pe	Ing. de Sistemas
U. Católica de Santa María	www.ucsm.edu.pe	Ing. de Sistemas
U. San Pablo de Arequipa	www.unsp.edu.pe	Ing. Informática
Ayacucho		
U. Nacional San Cristóbal de Huamanga	www.unsch.edu.pe	Ing. Informática
Cajamarca		
U. Nacional de Cajamarca	www.unc.edu.pe	Ing. de Sistemas
Cusco		
U. Nacional de San Antonio Abad	www.unsaac.edu.pe	Ing. Informática y Sistemas
U. Andina del Cusco	www.uandina.edu.pe	Ing. de Sistemas
Huancavelica		
U. para el Desarrollo Andino	www.udea.edu.pe	Ing. Informática
Huánuco		
U. Nacional Agraria de la Selva	www.unas.edu.pe	Ing. Informática y Sistemas
U. Nacional Hermilio Valdizán	www.unheval.edu.pe	Ing. de Sistemas
U. de Huánuco	---	Ing. de Sistemas e Informática [1]
Ica		
U. Nacional San Luis Gonzaga	www.unica.edu.pe	Ing. de Sistemas [2]
Junín		
U. Nacional del Centro del Perú	www.uncp.edu.pe	Ing. de Sistemas
U. Peruana Los Andes	www.upla.edu.pe	Ing. de Sistemas y Computación
U. Continental de Ciencias e Ingeniería	www.continental.edu.pe	Ing. Informática
La Libertad		
U. Nacional de Trujillo	www.unitru.edu.pe	Ing. de Sistemas [3] Ing. Informática[4]
U. César Vallejo	www.ucv.edu.pe	Ing. de Sistemas
U. Privada Antenor Orrego	www.upao.edu.pe	Ing. de Computación y Sistemas
U. Privada del Norte	www.upnorte.edu.pe	Ing. de Sistemas

Lambayeque		
U. Nacional Pedro Ruiz Gallo	www.unprg.edu.pe	Ing. de Sistemas [5] Ing. Computación e Informática [6]
U. de Chiclayo	www.udch.edu.pe	Ing. Informática y de Sistemas
U. Señor de Sipán	www.upss.edu.pe	Ing. de Sistemas
U. Católica Santo Toribio de Mogrovejo	www.usat.edu.pe	Ing. de Sistemas y Computación
Lima		
U. Nacional del Callao	www.unac.edu.pe	Ing. de Sistemas
U. Nacional Federico Villarreal	www.unfv-bib.edu.pe	Ing. de Sistemas [7] Ing. Informática [8]
U. Nacional de Ingeniería	www.uni.edu.pe	Ing. de Sistemas
U. Nacional José F. Sánchez Carrión	www.unjfsc.edu.pe	Ing. de Sistemas
U. Nacional Mayor de San Marcos	www.unmsm.edu.pe	Ing. de Sistemas [9]
U. Nacional Tecnológica del Cono Sur de Lima	---	Ing. de Sistemas [10]
Pontificia U. Católica del Perú	www.pucp.edu.pe	Ing. Informática
U. Alas Peruanas	www.uap.edu.pe	Ing. de Sistemas e Informática
U. Científica del Sur	www.ucsur.edu.pe	Ing. de Sistemas Empresariales
U. Femenina del Sagrado Corazón	www.unife.edu.pe	Ing. de Sistemas
U. Inca Garcilaso de la Vega	www.uigv.edu.pe	Ing. de Sistemas y Cómputo
U. de Lima	www.ulima.edu.pe	Ing. de Sistemas
U. Norbert Wiener	www.uwiener.edu.pe	Ing. de Sistemas
U. Peruana Cayetano Heredia	www.upch.edu.pe	Ing. Informática
U. Peruana de Ciencias Aplicadas	www.upc.edu.pe	Ing. de Sistemas Ing. de Sistemas de Información Ing. de Software
U. Peruana de las Américas	www.ulasamericas.edu.pe	Ing. de Computación y Sistemas
U. Peruana Unión	www.upeu.edu.pe	Ing. de Sistemas
U. Privada San Juan Bautista	www.upsjb.edu.pe	Ing. de Computación y Sistemas
U. Ricardo Palma	www.upsp.edu.pe	Ing. Informática
U. San Ignacio de Loyola	www.sil.edu.pe	Ing. Informática
U. de San Martín de Porres	www.usmp.edu.pe	Ing. de Computación y Sistemas
U. Tecnológica del Perú	www.utp.edu.pe	Ing. de Sistemas
U. Peruana de Ciencias e Informática	www.upci.edu.pe	Ing. de Sistemas e Informática
U. Privada Sergio Bernales S.A.C.	www.upsb.edu.pe	Ing. de Sistemas y Computación
U. Peruana de Las Américas	www.ulasamericas.edu.pe	Ing. de Computación y Sistemas
U. Privada Telesup S.A.C.	www.telesup.edu.pe	Ing. de Sistemas
Loreto		
U. Nacional de la Amazonía Peruana	www.unapiquitos.edu.pe	Ing. de Sistemas e Informática
Moquegua		
U. Nacional de Moquegua	---	Ing. de Sistemas e Informática
U. José Carlos Mariátegui	www.ujcm.edu.pe	Ing. de Sistemas e Informática
Pasco		
U. Nacional Daniel Alcides Carrión	www.undac.edu.pe	Ing. de Sistemas y Computación (?)
Piura		
U. Nacional de Piura	www.unp.edu.pe	Ing. Informática
Puno		
U. Nacional del Altiplano	www.unap.edu.pe	Ing. de Sistemas
U. Andina Néstor Cáceres Velásquez	www.uancv.edu.pe	Ing. de Sistemas

San Martín		
U. Nacional de San Martín	www.unsm.edu.pe	Ing. de Sistemas e Informática
Tacna		
U. Nacional Jorge Basadre Grohmann	www.unjbg.edu.pe	Ing. en Informática y Sistemas [11]
U. Privada de Tacna	www.upt.edu.pe	Ing. de Sistemas
Ucayali		
U. Privada de Pucallpa	www.upp.edu.pe	Ing. de Sistemas

---

[1] Fuente: PCWorld

[2] En la Facultad de ?
[3] En la Facultad de Ingeniería
[4] En la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas

[5] En la Facultad de Ing. Civil, de Sistemas y Arquitectura
[6] En la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y Computación

[7] En la Facultad de Ing. Industrial y de Sistemas
[8] En la Facultad de Ing. Electrónica e Informática

[9] En la Facultad de Ing. de Sistemas e Informática
[10] Iniciará sus funciones el 2006

[11] En la Facultad de Ciencias

7.b Universidades del Perú y Programas relacionados - 2006

	Lima		Otras Regiones	
	Públicas	Privadas	Públicas	Privadas
TOTAL:	**7**	**22**	**21**	**19**
Ing. de Sistemas	**6**	**16**	**14**	**13**
Ing. de Sistemas	6	7	9	11
Ing. de Sistemas e Informática		2	5	
Ing. de Sistemas y Computación (o Cómputo)		2		2
Ing. de Sistemas Empresariales		1		
Ing. de Computación y Sistemas		4		1
Ing. Informática	**1**	**4**	**7**	**5**
Ing. Informática	1	4	3	3
Ing. Informática y Sistemas			3	2
Ing. Computación e Informática			1	
Ing. de Sistemas de Información		**1**		
Ing. de Software		**1**		

Importante: el presente cuadro no implica ningún juicio de valor sobre los nombres de los programas. Esta agrupación es sólo es con fines estadísticos y tomando como base las denominaciones más reconocidas a nivel internacional.

7.c Otros Programas afines - 2006

Lima		
U. Nacional Mayor de San Marcos	www.unmsm.edu.pe	Computación Matemática [1]
U. Nacional de Educación Enrique Guzmán y V.	www.une.edu.pe	Informática [2]
Ica		
U. Nacional San Luis Gonzaga	www.unica.edu.pe	Matemática e Informática [3]
Piura		
U. de Piura	www.udep.edu.pe	Ing. Industrial y de Sistemas [4]

[1] En la Facultad de Ciencias Matemáticas: una nueva especialidad del campo de las Matemáticas, en que se emplean las computadoras para resolver o modelar problemas complejos como p.e. modelos de cambios climáticos

[2] En la Facultad de Ciencias: es una especialidad de la carrera de Educación orientada en la enseñanza de la Informática

[3] En la Facultad de Ciencias ?:

[4] Es una carrera de Ing. Industrial de 5 años y medio de duración y con 6 cursos declarados de Sistemas

7.d Universidades del Perú sin Programas relacionados - 2006

Amazonas	
U. Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas	www.unatamazonas.edu.pe
Ancash	
U. Nacional Santiago Antúnez de Mayolo	www.unasam.edu.pe
Cajamarca	
U. Privada Antonio Guillermo Urrelo	www.upagu.edu.pe
Huancavelica	
U. Nacional de Huancavelica	www.unh.edu.pe
Ica	
U. Privada Abraham Valdelomar	www.geocities.com/upav
La Libertad	
U. Católica de Trujillo	www.uct.edu.pe
Lima	
U. Nacional Agraria La Molina	www.lamolina.edu.pe
Facultad de Teología Pontificia y Civil de Lima	www.ftpcl.edu.pe
U. de Administración de Negocios – Esan	www.esan.edu.pe
U. Antonio Ruiz de Montoya	www.uarm.edu.pe
U. Católica Sedes Sapientiae	www.ucss.edu.pe
U. Particular Marcelino Champagnat	www.champagnat.edu.pe
U. del Pacífico	www.up.edu.pe
Loreto	
U. Particular de Iquitos	---
Madre de Dios	
U. Nacional Amazónica de Madre de Dios	www.unamad.edu.pe
Moquegua	
U. Privada de Moquegua	---
Tumbes	
U. Nacional de Tumbes	www.untumbes.edu.pe
Ucayali	
U. Nacional de Ucayali	---
U. Nacional Intercultural de la Amazonía Peruana	---

ANEXO 8

8. Algunas Consideraciones tomadas de la *Computing Curricula*

La sección que se presenta a continuación refleja las discusiones sobre estos temas y que corresponde a la sección 3.4 de la *CC-Overview 2005*.

El ritmo del cambio en la academia: Las disciplinas y los programas disponibles

Como se discutió previamente, el panorama de los programas de pre grado en computación ha experimentado un cambio dramático como resultado de la explosión de la computación durante los 90s. El campo de la computación ha evolucionado hasta el punto que estamos viendo la aparición de programas de pre grado que están enfocados en los retos que ahora enfrentan tanto la profesión de computación como nuestra sociedad dependiente de la computación como un todo.

La evolución de la computación discutida en el Capítulo 2 a menudo no es reflejada en los tipos de programa ofrecidos. Muy pocas universidades norteamericanas ofrecen los cinco tipos principales de programas de pregrado en computación. Dos nuevos tipos de programa, IT e SE, son menos comunes que los programas en las disciplinas más establecidas (CE, CS, y IS). Las instituciones tienden a ser cautas y conservadoras, y la naturaleza compleja de los programas académicos significa que es difícil implementar cambios significativos rápidamente. Entonces, en algunas instituciones las opciones de programas de pregrado en computación se parecen más a la visión "pre-1990" mostrada en la parte superior de la Figura 2.2 que a la visión "post-1990s". Esto es porque el ritmo del cambio en computación es bastante rápido mientras que el ritmo del cambio institucional es bastante lento.

Este natural retraso institucional puede crear problemas a los estudiantes que están intentando elegir un programa de pregrado relacionado a computación, de acuerdo a sus intereses y metas. Puede también crear problemas a los educadores que están intentando asegurarse de que sus programas educativos están proporcionando contenidos actualizados. En muchas instituciones, los profesores tratan de minimizar este retraso usando el último año del programa para ofrecer a los estudiantes una ocasión de aprender sobre áreas de especialización y de investigación de vanguardia.

A pesar del retraso natural, hay extensa evidencia de que han ocurrido cambios importantes y fundamentales. Al mirar el desarrollo de la computación durante los últimos veinte años, uno puede observar que ha habido un cambio dramático con énfasis hacia la interacción, y quizás lejos del estudio de los algoritmos. El movimiento hacia la interacción se puede ver como marca importante del éxito de la computación: destaca el hecho de que una amplia gama de gente ahora está usando e interactuando con computadoras en un grado mucho mayor que en los primeros días de la computación. Es muy natural por tanto que nuevos programas de estudio reflejen este hecho, y tanto el gran número de programas de IS como la aparición reciente de programas de IT son manifestaciones de esto. De hecho, hay alcance para una variedad incluso más rica de posibilidades, y esperamos plenamente ver continuar el cambio en computación.

Debido a que el retraso institucional tiene consecuencias, es importante que los lectores de este informe reconozcan su existencia y busquen indicaciones de que una institución esta tomando medidas para superarlo. En términos generales, hay ciertas métricas o criterios de calidad que sugieren que el retraso institucional no es un problema serio para un programa o departamento dado. Entre estos indicadores están:

- La existencia de un consejo consultivo activo que promueve la participación de consejeros de la industria;
- La participación de los estudiantes en los comités que examinan programas y ayudan a definir las metas para el cambio;

- Mecanismos institucionales de control de calidad que buscan y obtienen activamente consejo de expertos externos;
- Estadísticas de empleo de los graduados, que pueden proporcionar indicaciones de la reputación de los graduados de un programa y de la propia institución;
- Acreditación de los programas de pregrado, que proporciona un estándar de calidad y tratan asuntos tales como la vigencia del plan de estudios.

Más allá de esto, hay consideraciones, pues los impactos del retraso institucional varían a través de las cinco disciplinas de computación principales. Resumimos estas abajo.

Computer Engineering

El cambio de la "visión pre-1990s" de la computación a la "visión post-1990s" típicamente incluye un surgimiento más completo de la *Computer Engineering* desde dentro de la *Electrical Engineering*. Muy a menudo, ambos tipos de programa existen en el mismo departamento académico, aunque muchos programas de *Computer Engineering* residen en departamentos conjuntos de *Computer Science and Engineering*. Así, el cambio que describimos anteriormente es un cambio evolutivo en tamaño y énfasis del programa, no la creación de una nueva disciplina de computación. Aunque esto no es verdad en el contexto internacional, en los EEUU ha habido siempre un solo hogar para los que estudian hardware. Solía ser *Electrical Engineering*. Hoy se ha vuelto *Computer Engineering*. En la mayoría de las universidades, el cambio de la visión "pre-1990s" a la "post-1990s" ya ha ocurrido. Sin embargo, incluso algunas de las mejores escuelas no ofrecen un programa separado de *Computer Engineering*. En algunas escuelas, *Electrical Engineering* y *Computer Science* [1] residen en la misma escuela, *Computer Engineering* se considera una combinación natural de intereses entre los profesores de esas dos disciplinas. El hecho de que la estructura departamental de una institución dada no enfatice un reconocimiento explícito de la *Computer Engineering* no implica necesariamente una deficiencia.

Hay notablemente menos programas en *Computer Engineering* que en *Computer Science* o en *Information Systems*. En los EEUU, esto se debe a que la mayoría de las universidades no ofrece programas de ingeniería de ningún tipo. Los programas de ingeniería estadounidenses residen desproporcionadamente en las universidades relativamente grandes que pueden cumplir con los requisitos especiales de la comunidad profesional de ingeniería. No esperamos que esto cambie significativamente en el futuro.

Computer Science

En EEUU, hay muchos más programas de pregrado en *Computer Science* que en cualquier otra disciplina de computación. Casi todas las universidades ofrecen un grado en CS. En cierta forma, esto es una construcción histórica: *Computer Science* era la única disciplina de computación sustantiva que se enfocaba explícitamente en desarrollo de software cuando los programas académicos de pregrado en computación emergieron en los años 70. Cuando la mayoría de las universidades crearon sus programas de pregrado en computación, *Computer Scienc*e era la única opción que tenía lazos fuertes con matemática, ciencia, y/o ingeniería. (Los programas en IS se desarrollaron por la misma época, pero sus lazos primarios eran con las escuelas de negocios).

---

[1] Esta afirmación es muy importante de considerar. Señala como en USA se ha superado la paradigma que *Computer Science* no puede estar en una misma Facultad con las carreras de Ingeniería.

Tal paradigma conducía a veces a que *Computer Science* estuviera en una Facultad de Ciencias y Artes, como el caso de FIU.

La creciente diversidad que se observa en las disciplinas de computación post-1990s se ubica bastante en áreas que afectan a *Computer Science*. Las nuevas disciplinas de computación cubren áreas de carrera que han sido tradicionalmente ocupadas por los graduados de los programas de CS.

Actualmente, hay una discusión en curso con respecto a la relación entre lo que los programas de *Computer Science* enseñan y lo que la mayoría de los graduados de *Computer Science* realmente hace en sus carreras. Para entender esta discusión, es necesario repasar la caracterización de *Computer Science* proporcionada en la sección 2.3.2. El trabajo de los científicos de computación cae en tres categorías: diseño e implementación de software; invención de nuevas maneras de utilizar las computadoras; y desarrollo de maneras eficaces de solucionar problemas computacionales. Consideremos que es lo que implica una línea de carrera en cada área:

- Línea de carrera 1: Diseño e implementación de software. Se refiere al trabajo de desarrollo de software, que ha crecido para incluir aspectos de desarrollo web, diseño de interfaces, asuntos de seguridad, computación móvil, etc. Esta es la línea de carrera que la mayoría de graduados en *Computer Science* elige. Mientras que el grado de bachiller es generalmente suficiente para ingresar en este tipo de carrera, muchos profesionales del software vuelven a la universidad para obtener un grado de maestría terminal. (Raramente implica un doctorado). Las oportunidades de carrera se presentan en una amplia variedad de escenarios, incluyendo las compañías de software grandes o pequeñas, compañías de servicios informáticos grandes o pequeñas, y las organizaciones grandes de todo tipo (industria, gobierno, actividades bancarias, cuidado de la salud, etc.). Los programas de pregrado en *Software Engineering* también educan a estudiantes para esta línea de carrera
- Línea de carrera 2: Invención de nuevas maneras de utilizar las computadoras. Se refiere a la innovación en la aplicación de la tecnología computacional. Una línea de carrera en esta área puede implicar trabajo avanzado de postgrado, seguido por una posición en una universidad de investigación o un laboratorio industrial de IyD, o puede implicar actividad emprendedora como fue evidente durante el auge de las "punto com" en los años 90, o puede implicar una combinación de los dos.
- Línea de carrera 3: Desarrollo de maneras eficaces de solucionar problemas computacionales. Esto se refiere a la aplicación o al desarrollo de teoría de *Computer Science* y el conocimiento de algoritmos para asegurar las mejores soluciones posibles para problemas computacionalmente intensivos. Como cuestión práctica, una línea de carrera en el desarrollo de nueva teoría de *Computer Science* requiere típicamente trabajo de postgrado a nivel de Ph.D., seguido de una posición en una universidad de investigación o un laboratorio industrial de IyD.

Los programas de *Computer Science* generalmente se proponen preparar estudiantes para estas tres líneas de carrera. Además, hay una cuarta línea de carrera a la que los programas de CS no apuntan pero no obstante atrae a muchos graduados de *Computer Science*:

- Línea de carrera 4: Planeamiento y gestión de la infraestructura tecnológica de una organización. Se refiere al trabajo para el cual los nuevos programas de *Information Technology* (IT) apuntan explícitamente a educar estudiantes.

De estas cuatro líneas de carrera, las líneas de carrera 2 y 3 son elementos importantes de la identidad de *Computer Science* y son el tipo de líneas de carrera que muchos profesores de *Computer Science* desean ver elegir a sus estudiantes. Como observación práctica, sin embargo, solamente una minoría extremadamente pequeña de los estudiantes que obtienen bachilleratos en *Computer Science* las eligen. Para esos pocos que lo hacen, el retraso institucional no es un problema: un programa fuerte de bachillerato en *Computer Science*, seguido por estudios de postgrado (probablemente a nivel doctoral) es claramente la elección preferida.

Las líneas de carrera 1 y 4 son el foco del debate. Estas carreras atraen a una mayoría abrumadora de graduados en *Computer Science*. Son también el foco de nuevos programas de pre-grado en computación (*Software Engineering* e *Information Technology*, respectivamente) que han venido a proporcionar alternativas más enfocadas que los programas de *Computer Science* en la preparación de estudiantes para estas líneas de carrera. Además, un número significativo de graduados en *Information Systems* ha seleccionado a través de los años roles organizacionales que son muy similares a estas líneas de carrera. Ninguna resolución ha ocurrido aun en el debate sobre el valor relativo de programas de *Computer Science* vs. programas de *Software Engineering* e *Information Technology*, respectivamente. Sin embargo, los asuntos que se presentan en el debate están bien definidos. Debido a que los programas de *Software Engineering* y de *Information Technology* tienen metas distintas, los asuntos discutidos son también algo distintos. Discutimos los asuntos relevantes en relación a *Computer Science* en las siguientes subdivisiones dedicadas a *Software Engineering* e *Information Technology*, respectivamente. Para las líneas de carrera 1 y 4, uno debe evaluar el valor relativo de los programas de *Computer Science* a la luz de la aparición de los programas de pregrado en las dos nuevas disciplinas de computación.

Information Systems

El cambio en el rol de los *Information Systems* se refiere al rol ampliado de la *Information Technology* en organizaciones de todo tipo. Históricamente, los programas de *Information Systems* preparaban a los estudiantes para trabajar con aplicaciones de negocio orientadas a la funcionalidad, tales como planillas, cuentas por cobrar, gestión de inventarios, etc. En el lado de la tecnología, los estudiantes de IS podían esperar llegar a familiarizarse con las aplicaciones informáticas relacionadas con estas áreas de negocio tradicionales, especialmente sistemas de gestión de bases de datos, y con hojas de cálculo y otros productos de software disponibles que tenían amplia utilidad para la gente de negocios. Los programas de IS modernos se centran en el rol más amplio del uso de información y procesos de negocio soportados por IT en una amplia gama de empresas, mientras que todavía mantienen su asociación cercana con las escuelas de negocios. ¿Qué información necesita la empresa? ¿Cómo se genera esa información? ¿Se entrega a la gente que la necesita? ¿Se presenta de manera que permite que la utilicen fácilmente? ¿La organización se estructura para permitir el uso de tecnología de manera eficiente? ¿Están los procesos de negocio de la organización bien diseñados? ¿Utilizan las oportunidades creadas por la *Information Technology* completamente? ¿La organización utiliza completamente las capacidades de comunicación y de colaboración de la *Information Technology*? ¿Es la organización capaz de adaptarse suficientemente rápido a circunstancias externas cambiantes? Estos son los importantes asuntos que varios tipos de empresas confían cada vez más que el personal de IS trate.

Para los programas de IS, el rol tradicional todavía existe, pero ya no es suficiente. La pregunta significativa es: "¿Ha ampliado un programa de IS su alcance para incluir una vista integrada de la empresa con necesidades de información complejas y dependencia de alto nivel en procesos de negocio soportados por IT?" Las tecnologías distribuidas basadas en Web proporcionan la infraestructura para las organizaciones conectadas globalmente, y los programas de IS modernos tienen que tratar las necesidades de tales organizaciones. Los estudiantes de IS deben aprender cómo determinar y evaluar las necesidades de información de una organización, especificar requisitos de información, y diseñar sistemas prácticos para satisfacer esos requisitos. Si un programa se centra solamente en el diseño y el desarrollo de aplicaciones funcionales estrechas y el uso de herramientas de productividad personales, está seriamente rezagado de la corriente principal de los programas de IS.

Además de estas preocupaciones, IS tiene que considerar la aparición de programas de IT. Tradicionalmente, muchos graduados de IS han funcionado en roles que son similares a los roles para los cuales los programas de IT preparan explícitamente a sus estudiantes. En tanto el

número de programas de IT crece, muchos departamentos de IS tendrán que evaluar cómo definir y servir sus componentes principales.

Information Technology

En los últimos años, han emergido y desarrollado programas de pregrado en *Information Technology* a tal grado que ahora deben ser una parte importante de cualquier discusión sobre los programas de pregrado en computación. Según lo resumido, en la sección 2.3.4, los programas de IT se enfocan en producir graduados que saben como hacer trabajar la tecnología de información en una amplia gama de escenarios. Las organizaciones de todo tipo se han vuelto dependientes de la infraestructura computacional interconectada hasta el punto que no pueden funcionar sin esa infraestructura. La gente de IT está preparada para seleccionar, gestionar, y mantener esa infraestructura, asegurándose de que resuelve las necesidades organizacionales. También crea contenido digital para esa infraestructura y se encarga de proporcionar soporte de IT a los individuos que la utilizan.

El surgimiento de programas de IT representa un movimiento fundamental de los educadores en computación para responder a las muy reales necesidades tanto de sus comunidades locales como de sus estudiantes. Los programas de IT existen, no porque los programas de *Computer Science* o de *Information Systems* hayan fracasado en "hacer su trabajo", sino porque esas disciplinas se definen cada una como cubriendo un trabajo distinto. La existencia de programas de IT refleja una parte de la evolución de las oportunidades de carrera en computación.

Solamente hace algunos años, los educadores de computación en los EEUU no estaban familiarizados con programas de pregrado en IT, aunque programas similares han existido por años en otros lugares. Hoy, hay muchos programas de ese tipo, y esperamos ver su número incrementarse más en los próximos años. No fue sino hasta 2001 que los educadores de IT a nivel universitario en Norteamérica comenzaron a organizarse, y en el corto periodo desde entonces, han formado una organización profesional, llevando a cabo varias conferencias, y han logrado un progreso sustantivo en desarrollar un plan de estudios y pautas de acreditación para los programas de pregrado en IT. No es ninguna exageración decir que los programas de IT han explotado en el escenario en los EEUU.

Algunas personas se preguntan si los programas de IT son una moda pasajera. Otros se preguntan si los programas de IT son demasiado técnicos en su naturaleza para merecer el nivel de una disciplina académica. La gente hizo preguntas similares acerca de *Computer Science* hace más de treinta años, y aun así después de un número de años virtualmente todas las universidades comenzaron a ofrecer pregrados en CS. Podríamos también ver similares resultados con respecto a IT. Los programas de pregrado en IT tratan una necesidad importante que está extendida en la sociedad. Hasta el punto de que las organizaciones dependen de la tecnología computacional, la disciplina de IT tiene un rol clave a jugar.

Hay dos asuntos importantes aquí:

- Rigor: Planear y gestionar la infraestructura de IT de una organización es un trabajo difícil y complejo que requiere una base sólida en computación aplicada, así como habilidades humanas y de gestión. Aquellos en la disciplina de IT requieren habilidades especiales - en entender, por ejemplo, cómo se componen y se estructuran los sistemas de red, y cuáles son sus fortalezas y debilidades. Hay preocupaciones importantes sobre los sistemas de software tales como confiabilidad, seguridad, usabilidad, y efectividad y eficiencia para satisfacer su propósito previsto; todas estas preocupaciones son vitales. Estos temas son difíciles e intelectualmente exigentes.
- Aceptación: En EEUU, la disciplina de IT es "el chico nuevo del barrio" y, como resultado, hace frente a problemas de aceptación entre las disciplinas más establecidas. Esto es un fenómeno natural, y tomará tiempo y experiencia para que aquellos en las disciplinas de computación más establecidas evalúen y reconozcan el valor que la disciplina de IT proporciona. IT está buscando establecerse como disciplina con su

propia base intelectual, un plan de estudios riguroso y pautas de acreditación. En la medida que tenga éxito en estos desafíos, la aceptación y el respeto se darán de manera natural.

En muchas instituciones, la administración está motivada en tener un programa de IT creado para responder a las necesidades de la comunidad y para proporcionar más opciones a potenciales estudiantes. Siempre que una institución crea un programa de IT, debe tomar un cuidado especial en asegurarse de que lo implementa correctamente. Uno debe asegurarse de que la gente responsable del programa de pregrado en IT reconozca la importancia de IT y esté motivada para brindar experiencias educativas de alta calidad para los estudiantes de IT.

Software Engineering

El desarrollo de SE es una respuesta a un problema bastante real: la escasez de programas de pregrado que produzcan graduados que puedan entender y desarrollar correctamente sistemas de software. Los programas de CS han demostrado que pueden producir estudiantes que tienen buenas habilidades en fundamentos de programación. Sin embargo, muchos creen que no han sido exitosos en formar confiablemente graduados capaces de trabajar efectivamente en sistemas software complejos que requieren capacidad ingenieril más allá del nivel de fundamentos de programación. En el mundo post-1990s, muchos proyectos de software son grandes y complejos, y hay una necesidad acuciante de Ingenieros de Software que puedan aplicar prácticas profesionales que aseguren que el software sea confiable y que este sea producido en el tiempo programado y dentro del presupuesto. Los programas de SE representan un esfuerzo desde el interior de CS para hacer la experiencia de pregrado más exitosa en proporcionar a los estudiantes un conjunto adecuado de conocimientos y habilidades como profesionales del software.

Como cuestión práctica, los programas de pregrado en CS y SE tienen a menudo mucho en común. Ambas disciplinas reconocen que el asunto objeto de la computación ha crecido al punto en que un único programa de pregrado pueda esperar que sus estudiantes dominen el campo completo. Hace treinta años, era razonable esperar que los estudiantes de CS "estudien todo"; ahora, hay demasiado para colocar en un programa de cuatro años (o aún de cinco años) de estudio.

Tanto los planes de estudios de CS como de SE requieren típicamente una base en fundamentos de programación y teoría básica de CS. Divergen cuando se enfocan más allá de esos elementos básicos. Los programas de CS tienden a mantener la base pequeña y luego esperan que los estudiantes elijan entre cursos más avanzados en áreas de concentración de CS (tales como sistemas, redes, bases de datos, inteligencia artificial, teoría, etc.). En contraste, los programas de SE esperan generalmente que los estudiantes se enfoquen en una gama de asuntos que son esenciales para la agenda de SE (modelamiento y análisis de problemas, diseño de software, verificación y validación del software, calidad del software, proceso del software, gestión del software, etc.). Mientras que tanto los programas de CS como de SE requieren típicamente que los estudiantes adquieran experiencia en proyectos de equipo, los programas de SE tienden a involucrar a los estudiantes considerablemente más en ello, pues los procesos de equipo efectivos son esenciales para las prácticas de SE efectivas. Además, un requisito clave especificado por las pautas del plan de estudios de SE es que los estudiantes de SE deben aprender como construir software que es genuinamente útil y utilizable por aquellos de otras disciplinas.

Dos preguntas sobre los programas de SE quedan por contestar:

- ¿En qué medida los programas de pregrado en SE emergen dentro de los departamentos de CS como una alternativa paralela al pregrado tradicional en CS? Algunos creen que tal tendencia es inevitable, mientras que otros no creen que tal desarrollo sea necesario. Sigue existiendo una diferencia de opiniones entre los profesores acerca de la naturaleza y la cantidad de experiencia rigurosa en SE que una educación de pregrado robusta

requiere para preparar estudiantes que funcionen como profesionales del software competentes.

- ¿En qué medida las implicaciones de usar la palabra "ingeniería" puede ser la causa de que las universidades estadounidenses escojan un nombre distinto para sus programas de pregrado en SE? En EEUU y otros países, la comunidad profesional de ingeniería es protectora de su identidad y la palabra "ingeniería" es muy importante en esa identidad. *Software Engineering* es fundamentalmente diferente de otras disciplinas de la ingeniería (debido a la naturaleza intangible del software, y al foco de la SE en procesos humanos antes que en las leyes de la física, por ejemplo). Aun así la fortaleza tradicional de la ingeniería (métodos robustos para crear artefactos confiables) está en el centro de la agenda de la SE. Tener el nombre "ingeniería" como parte de "*Software Engineering*" tiene implicaciones en EEUU para la acreditación y, en algunas instituciones, para la ubicación de SE dentro de la universidad. Estas implicaciones pueden causar que algunos programas en EEUU tengan recelo de adoptar el nombre SE. En el Reino Unido, tales asuntos fueron resueltos con éxito décadas atrás.

Parece que la mayoría de los estudiantes de CS anticipan que sus carreras profesionales involucraran hacer trabajo de desarrollo de software. Esperamos que, si una gran cantidad de programas de pre grado en SE estuvieran disponibles como una opción para los estudiantes de CS, muchos los seleccionarían. Actualmente, esa opción no está extensamente disponible. Hay ahora cerca de 30 programas de pregrado en SE en América. Esperamos que este número se incremente, aunque no en la misma proporción que hemos visto para los programas de IT.

Dentro de programas de pregrado en CS, la robustez de la educación en SE varía enormemente. Las pautas más recientes del plan de estudios para CS (CC2001) requieren una cierta cobertura mínima de SE. La mayoría de los programas de pregrado en CS van más allá del mínimo y proporcionan uno o más cursos de SE. Algunos programas de CS ofrecen SE como una de varias áreas de concentración en CS. Al evaluar programas de CS que proporcionan tal opción, es importante mirar de cerca que tan rigurosa es la misma.

ANEXO 8

8. Computación Científica

En el mencionado documento ***Computer Science Curriculum Volume CS2001***, en la página 154 aparece lo siguiente:

Computational Science and Numerical Methods (CN)

CN1. Numerical analysis [elective]
CN2. Operations research [elective]
CN3. Modeling and simulation [elective]
CN4. High-performance computing [elective]

From the earliest days of the discipline, numerical methods and the techniques of scientific computing have constituted a major area of computer science research. As computers increase in their problem-solving power, this area—like much of the discipline—has grown in both breadth and importance. At the end of the millennium, **scientific computing stands as an intellectual discipline in its own right**,[2] closely related to but nonetheless distinct from computer science.

Although courses in numerical methods and scientific computing are extremely valuable components of an undergraduate program in computer science, the CC2001 Task Force believes that none of the topics in this area represent core knowledge. From our surveys of curricula and interaction with the computer science education community, we are convinced no consensus exists that this material is essential for all CS undergraduates. It remains a vital part of the discipline, but need not be a part of every program.

For those who choose to pursue it, this area offers exposure to many valuable ideas and techniques, including precision of numerical representation, error analysis, numerical techniques, parallel architectures and algorithms, modeling and simulation, and scientific visualization. At the same time, students who take courses in this area have an opportunity to apply these techniques in a wide range of application areas, such as the following:

- Molecular dynamics
- Fluid dynamics
- Celestial mechanics
- Economic forecasting
- Optimization problems
- Structural analysis of materials
- Bioinformatics
- Computational biology
- Geologic modeling
- Computerized tomography

Each of the units in this area corresponds to a **full-semester course** at most institutions. The level of specification of the topic descriptions and the learning objectives is therefore different from that used in other areas in which the individual units typically require smaller blocks of time.

[2] El subrayado y la letras en negrita son nuestras.

Estos conceptos bastante claros (aunque para algunos aciertos puntos pueden ser todavía discutibles), son posiblemente la manera más explícita que desde el campo de la Computación se reconoce a una nueva disciplina que se ha desarrollado dentro del campo de la Matemáticas pero con relaciones estrechas con las Ciencias de la Computación, y que cada vez es más difundida como **Computación Científica**, carrera que en nuestro país ya se ofrece con ese nombre en la UNMSM.

ANEXO 10

10. Algunas consideraciones acerca del modelo IFIP

Se debe notar que los *i-workers* y los *i-appliers* generalmente son también *i-users*, mientras que los *i-workers* pueden o no ser *i-appliers.*

De acuerdo a cada tipo de profesional, se establecen niveles de conocimiento que se puede alcanzar como:

Categoría	Nivel	Descripción / Ejemplos
i-users usuarios informáticos	A1.Instrumental [sección 9]	Los usuarios informáticos *(i-users)* instrumentales usan la tecnología o paquetes de software en su trabajo. Pueden encontrarse ejemplos en el uso de procesadores de textos, uso de bases de datos, empleo de hojas de calculo, preparación presentaciones, diagramación de gráficos, comunicación por correo electrónico, recuperación a través de Internet , videoconferencia, etc. De acuerdo a la indicado anteriormente, en los países más desarrollados muchos de los trabajadores tienen que ser clasificados hoy como los usuarios de la informática a nivel instrumental, independientemente del nivel que tiene de su profesión (de camionero o empleado del banco a maestro o el ejecutivo industrial) puede esperarse que esta proporción de trabajadores crezca a 100%.
i-appliers	B1.Conceptual [sección 10]	Los que aplican la informática *(i-appliers)* a nivel conceptual usan el conocimiento específico del dominio de la informática o las habilidades típicas de la informática en su propia área que es impulsada por la informática. Por ejemplo, los profesores que usan la computadora para el diseño educativos, los químicos que usan para el modelado molecular, los artistas por computadora, los especialistas de medios aplicando tecnología Internet, economistas introduciendo comercio electrónico, etc. Hoy en día esta categoría es solo una fracción del tamaño de la categoría de usuarios informáticos *(i-users)* instrumentales, pero debido al crecimiento de la aplicación interdisciplinaria de la informática el número de los que aplican la informática (i-appliers) a nivel conceptual se cree expandirá rápidamente.
	B2 Interfaces [sección 11]	Los que aplican la informática *(i-appliers)* a nivel de interfaz combina el conocimiento y las habilidades de su propia área o profesión con el conocimiento y las habilidades de la informática en un rol de comunicación (interfaz) con los profesionales informáticos. Son ejemplos el consultor de negocios que aconseja en el proceso de desarrollo del sistema de información basado en computadores, el ingeniero mecánico participando en proyectos de automatización de la industria, el sociólogo ayudando en la introducción de trabajo computarizado de gran escala, el ético advirtiendo sobre los temas privados (reservados), el abogado que colabora en la formulación de los contratos de software, etc. Como con la B1, la categoría B2 se supone que crecerá, aunque no tan rápido como la B1.
	B3 Investigación [sección 11]	Los que aplican la informática *(i-appliers)* a nivel de investigación combinan el conocimiento y las habilidades de su propia área de investigación con el conocimiento y las habilidades de la informática, dentro del esfuerzo de investigación que asocie e integre la informática con otras disciplinas. En general, tales proyectos de investigación interdisciplinarios muestran colaboraciones fructíferas con investigadores de la informática (vea la categoría C3) y se supone que abre nuevos horizontes. Los ejemplos pueden encontrarse en la investigación del aprendizaje a distancia, la interacción hombre-computadora, la cognición, la ciencias de las computadoras, la telemática y multimedia, la lingüística, la ciencia de la información, la tecnología del

		conocimiento, la logística, etc. El ratio de relativo de crecimiento de la categoría B3 podría ser del mismo orden que el de la categoría B2.
	B4 Dirección [sección 11]	Los que aplican la informática *(i-appliers)* a nivel de dirección están bien preparados y tienen habilidades parar un comprensión general y una amplia visión global de la informática, para ser los que formulan políticas, para dirigir y supervisar en las áreas de tecnología informática y aplicaciones informáticas. Son ejemplos el administrador de proyectos que ejecuta proyectos en los cuales nuevas tecnologías informáticas son introducidos dentro de la organización o en los cuales una adaptación de los aplicaciones informáticas está siendo desarrolladas, el gerente de información (políticas) supervisa el contenido de los procesos de información dentro de la organización, el gerente de comunicaciones (políticas) es responsable de la creación, actualización y explotación de un sitio Internet de gran tamaño, el gerente (orientado a la informática) de una departamento de informática, etc. De nuevo, la proporción de crecimiento relativa de la categoría B4 podría ser similar a la categoría B2 (y B3).
i-workers	C1 Operacional [sección 12]	Los trabajadores de la informática *(i-workers)* operacionales tiene un completo conocimiento y habilidades bien desarrolladas de la informática como una amplia disciplina, más específicamente en el área de explotación, control y mantenimiento de tecnología informática y aplicaciones informáticas. Claramente esta categoría contiene una porción grande del más bajo nivel de profesionales informáticos, por ejemplo: operadores de la computadora, operadores de red, administradores de aplicaciones, administradores de bases de datos, empleados de la mesa de ayuda (helpdesk), etc. Pero también los profesionales informáticos de nivel universitario pueden ser requeridos para dirigir, supervisar y administrar lo relacionado a esta área (notar que podría haber traslape con la categoría B4). Nosotros hemos dado testimonio de un aumento de capacidad en este segmento y uno esperaría un crecimiento continuo.
	C2 Ingeniería [sección 12]	Los trabajadores de la informática *(i-workers)* a nivel de ingeniería tienen un completo conocimiento y habilidades bien desarrolladas de la informática como una amplia disciplina, más específicamente en el área de análisis, diseño e implementación de sistemas informáticos. Son ejemplos el analista de sistemas de información, el ingeniero del software, el ingeniero de conocimiento, el programador científico, el diseñador de la base de datos, el diseñador de IC (información y comunicación), etc. Con la expansión de la tecnología informática y la aplicaciones informáticas en todos los tipos de procesos y el incremento de la complejidad y la interacción de los sistemas informáticos. Uno esperaría un crecimiento continuo de esta categoría C2.
	C3 Investigación [sección 12]	Los trabajadores de la informática (i-workers) a nivel de investigación tienen un completo conocimiento y habilidades bien desarrolladas de la informática como una amplia disciplina, más específicamente en la investigación. Ellos, se supone, llevarán más allá el desarrollo de la disciplina informática y sus conceptos, ambas sobre la propia disciplina y su relación con otras, en más recientemente colaborando con investigadores de la categoría B3. Uno esperaría el crecimiento para la categoría C3, aunque probablemente menos que para las categorías C1 y C2.